

Árboles de Centroamérica



un Manual para Extensionistas

Editado por Jesús Cordero y David H. Boshier



Establecimiento y manejo de árboles en sistemas agroforestales

En América Central, casi todos los sistemas agrícolas tradicionales, los cuales incluyen los sistemas ganaderos, tienen árboles intercalados con cultivos o manejados en una forma zonal alternando árboles y cultivos y/o pastos; es decir, son sistemas agroforestales. Aún con la modernización de la agricultura de la región, los paisajes agrícolas todavía contienen un alto número de árboles. Estos árboles cumplen con muchos propósitos como producción (madera, leña, forraje, frutas, medicinas, etc.) además de servicios (sombra para cultivos y/o animales, protección como en el caso de cortinas rompevientos, etc.). Además, los árboles aumentan la diversidad biológica del agroecosistema creando en sus ramas, en sus raíces y en la hojarasca, hogares para otros organismos. También proporcionan a muchos organismos comida a través de las hojas, la savia, el néctar y pueden darles protección esencial durante etapas críticas de sus ciclos de vida. Contribuyen a mejorar la fertilidad del suelo, aumentando la materia orgánica del mismo a través de la caída de hojarasca y la renovación de raíces finas. Algunos árboles también pueden ser fijadores de nitrógeno. Los árboles refuerzan la función del ecosistema y contribuyen a formar ecosistemas equilibrados que sostengan la producción y fortalezcan el sustento de los agricultores.

J.Beer, M.Ibrahim, E.Somarriba, A.Barrance, R.Leakey



El capítulo a

El manejo de árboles en fincas es un tema complejo: aprendamos de los errores del pasado.

(pág. 200)

¿Cómo seleccionar y manejar los sistemas agroforestales?

(ver pág. 201-205)

Primero conozcamos los sistemas agroforestales usados en América Central

(ver pág. 202-203)

Árboles hay muchos...

¿Cuáles usaremos?

(ver pág. 204-205)

Comparemos entre sistemas: ventajas y desventajas

Al incorporar árboles a sistemas agrícolas, debemos elegir el método de regeneración más conveniente y la posible mezcla con otros cultivos o ganado.

(ver pág. 206-208)

Incorporación de árboles en finca

Regeneración natural

Sistema agroforestal

Continuemos en este Capítulo...

Plantación

Plantación pura

Ir a Capítulo 7

Sistema agroforestal

Continuemos en este Capítulo...

vista de pájaro

Sistemas agroforestales

Si vamos a usar agroforestería ¿Cómo escoger los componentes del sistema?

(ver pág. 209-216)

Selección de maderables

(ver pág. 209-211)

Selección de frutales

(ver pág. 212)

Selección de árboles de servicio

(ver pág. 213)

Selección de árboles para cortinas rompevientos

(ver pág. 213)

Selección de árboles para bancos forrajeros

(ver pág. 214)

Selección de cultivos

(ver pág. 215)

Selección del sitio para plantar

(ver pág. 216)

Y después que los árboles se plantaron... ¿qué debo hacer?

una pequeña guía para el manejo de árboles en sistemas agroforestales

(ver pág. 217-222)

Manejo de árboles en sistemas agrícolas

(ver pág. 217-220)

Manejo de frutales

(ver pág. 221-222)

Menos paja y más grano!!

Le ofrecemos ejemplos detallados para poner en práctica 5 sistemas agroforestales

(ver pág. 223-241)

**Árboles en línea:
Rompevientos y Linderos**

(ver pág. 224-228)

**Bancos
forrajeros**

(ver pág. 229-
234)

**Árboles
dispersos**

(ver pág. 235-
238)

**Sombra en cultivos
perennes**

(ver pág. 239-241)

Los errores del pasado

En una zona cualquiera, al decidir las mejores opciones para plantar árboles o manejar regeneración natural, es imprescindible estudiar las prácticas agroforestales existentes y los criterios utilizados por los agricultores locales para decidir cómo manejar sus fincas. Entre estos factores hay muchos que tienen elementos sociales, culturales y/o económicos, los cuales son considerados en los Capítulos 3 y 4. En este capítulo queremos mostrarle los factores de selección y manejo de los componentes que debemos tener en cuenta al promover la inclusión y uso de árboles en sistemas agroforestales.

A veces, no sabemos lo suficiente para manejar agroecosistemas complejos y por ello no es de sorprenderse que se hayan cometido errores. Un

ejemplo de eso, que ocurrió en Bahía, Brasil (ver Caja 1), se refleja a lo largo de los trópicos, donde los agricultores han sido animados a limpiar sus tierras y aumentar los rendimientos, empleando más insumos para los sistemas agrícolas tradicionales de subsistencia. La lección es que tenemos que tener mucho cuidado sobre cómo enfocar la necesidad de aumentar los ingresos de los agricultores de escasos recursos. Aunque se puede obtener beneficios económicos y ambientales muy sustanciales al usar árboles productores de frutas, madera y muchos otros productos, asociados con cultivos de alimentos básicos, tales sistemas deben manejarse como sistemas de baja inversión y bajo rendimiento.

1

Recomendaciones conflictivas proporcionadas para la remoción/instalación de árboles de sombra para cacao

Tradicionalmente, el cacao en Bahía, Brazil, crecía bajo la sombra de diversos árboles en el sistema "Cabruca", hasta que se descubrió que al remover la sombra la producción podría aumentarse y a la vez reducirse la incidencia del hongo causante de la "Mazorca Negra". Por tanto, la política gubernamental cambió, estimulando a los agricultores a reducir la sombra. Para lograrlo, las plantaciones de cacao necesitarían en cambio más agroquímicos, para combatir el aumento de malezas, plagas y enfermedades y una reducción en la fertilidad del suelo, como consecuencia de quitar los árboles. No se entendió, sin embargo, que los agricultores talvez no podrían combatir adecuadamente el aumento de plagas y enfermedades con agroquímicos y que esto los llevaría a una epidemia de enfermedades que devastó el cultivo de cacao y la economía del área. El sistema

"Cabruca", rico en especies, es un sistema de producción de baja inversión y bajo rendimiento, pero que ha logrado una producción sostenible y es razonablemente rentable. El convertirlo a un sistema de alta inversión y alto rendimiento resultó en una producción no sostenible, con pérdidas financieras.



¿Cómo seleccionar y manejar los sistemas agroforestales?

Si es ventajoso o no utilizar un sistema agroforestal en lugar de reforestación pura, dependerá de los objetivos del agricultor, de las características del sitio (suelo, clima, etc.), de las condiciones socioeconómicas del agricultor (p. ej., disponibilidad de mano de obra, terreno, efectivo); de las características de las especies involucradas (árboles y cultivos) y del manejo de los dos componentes.

Generalmente dividimos los sistemas agroforestales en sistemas agrosilviculturales (árboles con cultivos) y sistemas silvopastoriles (árboles con animales). Los sistemas agrosilvopastoriles, los cuales son más complejos dado que incluyen árboles, cultivos agrícolas y animales, también son comunes en América Central (ver Caja 2).

La integración de árboles, cultivos y animales en estos sistemas agroforestales puede ser espacial y/o temporal. En la integración espacial, se cultiva al mismo tiempo diferentes especies, con la intención de maximizar el uso del agua, nutrientes y luz pero hay que manejar la competencia entre los componentes. Ejemplos de combinaciones espaciales, muy conocidos en América Central, son las plantaciones de árboles maderables con cultivos perennes como el café o el cacao. Aún más comunes son las combinaciones de estos cultivos perennes con árboles de servicio (Caja 3) que no dan productos comerciales, o si los dan, son de poco valor; más bien son plantados para dar sombra al cultivo principal (p. ej., para cacao), fijar nitrógeno, etc. En la integración temporal, se intenta escalonar en el tiempo el uso de los recursos por los diferentes componentes: tal es el caso de árboles y cultivos sembrados en diferentes meses o inclusive en diferentes años.



Ejemplos de combinaciones temporales incluyen el sistema Taungya (Caja 2), y el pastoreo de plantaciones forestales desde que los árboles están bien establecidos hasta que se cierran sus copas.

Las clasificaciones en Cajas 2 y 3 son útiles, por ejemplo, para equilibrar los objetivos de producción arbórea con las necesidades de los cultivos asociados. En la práctica, hay una enorme diversidad de sistemas que han sido desarrollados en respuesta a las condiciones particulares de cada sitio (p. ej., suelo, clima y situación económica de los agricultores), incluso a nivel de parcela. Por ello no es aconsejable preparar recetas estrictas sobre dónde y cómo manejar los árboles en sistemas agrícolas, dado que es esencial primero conocer las condiciones particulares de cada sitio y luego adaptar los sistemas de interés a estas condiciones. Por tanto, debemos usar listas de criterios para ayudarnos a tomar decisiones en cada caso en base de los objetivos de los agricultores y la información local, en concreto a:

- la selección de las especies agrícolas y arbóreas
- los espaciamientos de cultivos y árboles;
- la secuencia de siembra (p. ej., al mismo tiempo o escalonado);
- el manejo de los componentes agrícolas y forestales.



Al aconsejar a los que quieren plantar (o cuidar) árboles en fincas debemos utilizar estas listas de criterios, y tener en cuenta las ventajas y desventajas de las diferentes opciones, para reflexionar sobre cuáles son los principales factores necesarios para lograr el éxito con la siembra de árboles con cultivos (ver también Capítulo 3).

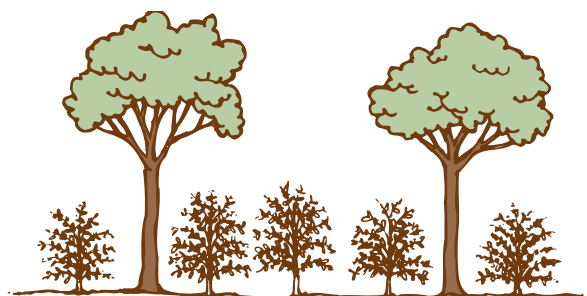
Sistemas agroforestales usados

2

**Sistemas
agrosilviculturales**

=

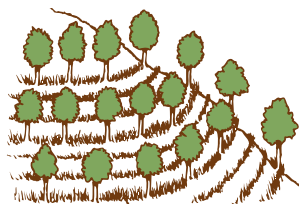
 **Cultivos** +  **Árboles**



Árboles "de sombra" en plantaciones de cultivos perennes como café y cacao. Incluye maderables, árboles de uso múltiple y árboles de "servicio" (manejados únicamente por el bien del cultivo, para fijación de nitrógeno, manejo de sombra, productores de "mulch", ver Caja 3).

Cultivos en callejones y barreras vivas.

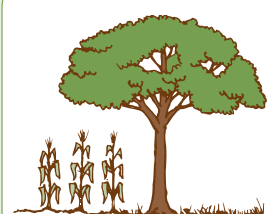
Incluye el uso de árboles y arbustos, junto con otros componentes (p.ej., zacates) para formar hileras entre callejones usados (generalmente) para cultivos anuales. Se utilizan principalmente para mejorar el suelo (p.ej. fijación de nitrógeno, uso de mulch arbóreo) y/o reducir erosión en pendientes.



Taungya. Siembra de cultivos durante la fase de establecimiento de plantaciones forestales, de frutales o de cultivos perennes como café y cacao.



"Tumba y quema" y barbechos mejorados. Sistemas agrícolas tradicionales utilizando barbechos/bosques secundarios para regenerar la fertilidad del suelo y controlar malezas.



Árboles aislados en campos agrícolas.

Incluye regeneración natural y plantación de maderables, frutales y árboles de diversos usos (p.ej., mejoradores del suelo, forrajeros, leña, medicinales) con espaciamientos amplios (> 10 m) en áreas utilizadas principalmente para cultivos anuales.



Árboles en línea alrededor de campos agrícolas. Incluye cercas vivas, linderos y cortinas rompevientos.

en América Central

Sistemas silvopastoriles

=



Pastoreo en bosques secundarios/plantaciones forestales. Más común en plantaciones jóvenes (2-6 años).



Pastoreo en plantaciones de cultivos arbóreos (p.ej. coco, palma africana, cítricos)



Árboles dispersos en potreros. Los ganaderos dejan en potreros árboles de uso múltiple (maderables, de sombra y/o de forraje y frutos).

Árboles forrajeros.

Cualquier uso de árboles/arbustos, con o sin asocio con pastos, para suministrar forraje a animales domésticos (p.ej., ganado, gallinas), incluyendo "banco forrajeros".



Árboles en línea.

Ver sistemas agrosilviculturales



Sistemas agrosilvopastoriles

=



Huertos caseros. Mezclas con muchos estratos muy complejos de árboles, arbustos, bejucos, cultivos perennes y anuales, animales (especialmente cerdos y gallinas), para generar una multitud de productos comerciales y de uso familiar.



Pastoreo en sistemas agrosilviculturales. Muy común en la estación seca después de las cosechas para aprovechar los residuos de los cultivos (rastros) además del único follaje verde en verano (los árboles).

¿Qué clase de árboles

La mayoría, si no todos los árboles, se clasifican en más de una clase (son árboles de uso múltiple) - esta clasificación funcional fue hecha en base del uso-producto principal para el agricultor. Todos los árboles

3

Árboles maderables

Componentes grandes, muchas veces de regeneración natural, que generalmente necesitan espaciamientos amplios (< 100 árboles/ha cuando maduros) y a menudo se plantan con preferencia en los límites (linderos) de la finca; el producto se obtiene a largo plazo (> 10 años); hay que considerar el riesgo del daño al cultivo (especialmente perennes) cuando son aprovechados los árboles; la competencia futura con cultivos de un vecino (por sombra y raíces) es una consideración importante al plantar; tienen una función de seguro financiero para muchos agricultores, especialmente debido a que se pueden aprovechar en cualquier momento del año y el precio de la madera es estable, incluso con aumentos reales tomando en cuenta la inflación.



Árboles de servicio

Árboles que generalmente no dan productos comerciales, sino son utilizados con cultivos anuales y perennes para controlar erosión (p. ej., barreras vivas), dar sombra, fijar nitrógeno y dar "mulch" (mantillo) para controlar malezas o mejorar la fertilidad del suelo; son manejados con densidades desde muy bajas (< 20 árboles/ha para algunas especies de sombra sin poda) hasta muy altas (> 10,000 arbustos/ha en barbechos naturales y mejorados); generalmente son podados o descumbrados [poda total] cada 3 a 24 meses, para reducir la competencia con los cultivos y para maximizar los "servicios"; frecuentemente son leguminosas fijadoras de nitrógeno, pero la característica más importante es su fácil propagación (por semilla o vegetativa) y capacidad de rebrote después de podas intensivas y frecuentes, lo cual permite al agricultor manejar la interacción árbol - cultivo a su gusto.



incorporar y cuándo?

tienen otras funciones: p. ej., hábitat y alimentación de fauna con fines de conservación. Las categorías de árboles comúnmente incluidos en sistemas agroforestales y sus características son presentados en la Caja 3.



Árboles frutales

Árboles y arbustos cuyos productos principales son frutos potencialmente comerciales, además de ser importantes para el consumo familiar (común en patios, zonas periurbanas y huertos caseros); son manejados con densidades medianas a bajas (< 1000 árboles/ha); el manejo óptimo de cada especie en cada sitio para la producción de frutas no es generalmente el manejo óptimo para un árbol intercalado con cultivos (p. ej., periodicidad y frecuencia de podas); los mercados locales y precios para los frutos tienden a ser limitados e inestables (p. ej., debido a la periodicidad de la cosecha); los productos tienden a ser de difícil almacenamiento; en muchos sistemas agroforestales tradicionales hay muy pocos árboles frutales de cada especie (a veces solo un individuo por finca) pero hay una gran diversidad de especies.



Árboles forrajeros

Árboles y arbustos que producen un suplemento forrajero de alta calidad para rumiantes u otros animales domésticos (incluso gallinas), especialmente durante la estación seca; son manejados con densidades desde muy bajas (inclusive con < 10 árboles / ha cuando son de porte grande) hasta muy altas ($> 10,000$ arbustos/ha en bancos forrajeros o de proteína), con podas intensivas (cada 2-6 meses). La mayoría son leguminosas y su fácil propagación (por semilla o de manera vegetativa), además de una tolerancia a podas fuertes y frecuentes, son requisitos habituales; es común encontrarlos concentrados en un área limitada de una parcela agrícola o potrero (p. ej., en pequeños bloques o en cercas vivas).



Árboles para leña y carbón

Aunque todos los árboles dan leña, hay claras preferencias para ciertas especies en base a las características de su leña (p.ej., valor calorífico, tipo de humo, brasas); se encuentran dispersos en campos agrícolas (p.ej., matorrales con > 1000 arbustos/ha), como sombra para café (< 400 árboles/ha), en potreros (densidades muy variables), en linderos (cercas vivas; espaciamientos > 1 m) y en pequeñas plantaciones forestales (densidades hasta 5000 árboles/ha) para producir productos maderables rurales (p. ej., postes, horquetas) además de leña para la venta y de uso familiar; su ciclo de aprovechamiento es de 2-5 años ; generalmente son producto de regeneración natural.

¿Cómo establecer árboles en

Opciones de establecimiento: ¿regeneración natural o plantación?

La próxima pregunta que consideraremos es cómo establecer el componente arbóreo dentro de las áreas agrícolas. Muchos sistemas tradicionales se establecen mediante regeneración natural, lo cual podría ser una opción para aumentar el componente arbóreo (ver Capítulo 5). Para decidir si la regeneración natural o la plantación es la mejor opción, podemos considerar las ventajas y desventajas de la regeneración natural (Caja 4).

4 Regeneración natural: ventajas y desventajas

Ventajas

- ✓ Germoplasma local (tanto la especie como la procedencia [ver Capítulo 8]) y por lo tanto se supone que está adaptado al sitio; p.ej., régimen de lluvias y tipo de suelos.
- ✓ Costo bajo. Generalmente el único costo es de chapear (a veces, también se transplanta la regeneración natural) y seleccionar los árboles que han regenerado en sitios preferidos.
- ✓ Muchas veces se puede hacer una selección intensiva cuando hay abundante regeneración, lo cual da la posibilidad de escoger individuos de mayor vigor o mejor forma.
- ✓ Tecnología local de fácil aceptación.
- ✓ No existe el riesgo de tener árboles con raíces deformadas debido a errores en el vivero (p.ej. bolsas demasiado pequeñas y/o trasplante al campo tardío) o en el momento de trasplante (p.ej. hoyos demasiado pequeños y/o falta de cuidado al momento de plantar).
- ✓ Por estar ya presente la especie en la zona, generalmente hay conocimiento local sobre sus características (p.ej. ecológicas), lo cual facilita su manejo óptimo y hace más probable que haya un conocimiento de los usos y posibles mercados para sus productos.

Seleccionar sistema agroforestal más conveniente

Desventajas

- ✗ Debido a las características de la especie (Capítulo 8) y/o la falta de árboles madres puede ser que no haya una regeneración natural adecuada de algunas especies de interés.
- ✗ No hay selección de la fuente de semilla; podría venir de unos pocos árboles, incluso solamente de uno de mala calidad (p.ej., mala forma del fuste de un maderable).
- ✗ No hay control sobre la fecha de plantación con respecto al calendario agrícola de la finca (p.ej., para evitar que sea necesario cuidar árboles recién establecidos en los meses de máxima demanda de mano de obra para los cultivos).
- ✗ Resulta en una distribución irregular y densidades variables; hay menos posibilidad para escoger la ubicación de los árboles para lograr una distribución homogénea o concentrar los árboles en ciertas áreas (sistemas zonales); p.ej., para formar una cortina rompevientos.
- ✗ Puede ser difícil convencer a los agricultores a cuidar a los árboles dado que son "gratis", lo cual no solamente resulta en mortalidad sino también en mala forma en el caso de maderables y frutales (menos productividad comercial).
- ✗ El crecimiento inicial podría ser más lento, lo cual aumenta el riesgo de que el productor pierda interés en los árboles y por lo tanto les de menos cuidado.
- ✗ Estamos limitados a las especies ya presentes en la zona.

sistemas agroforestales?

Opciones de plantación: ¿plantación pura o sistema agroforestal?

A continuación (Caja 5) se dan las posibles ventajas y desventajas de utilizar sistemas agroforestales para reforestación (árboles maderables o frutales) a diferencia de plantaciones forestales puras. Este contraste se refiere a la plantación de árboles comerciales, pero no es relevante para árboles de servicio (Caja 3). Es importante notar que no ocurren todas las ventajas y desventajas en cada sitio e inclusive que hay ventajas y des-

ventajas aparentemente contradictorias. Todos los puntos en estas listas deben ser considerados antes de tomar una decisión, pero algunos no son importantes en casos específicos. Esta decisión preferiblemente debe ser tomada por el agricultor aconsejado por nosotros los extensionistas, en base al conocimiento de las condiciones específicas de la finca y los objetivos/prioridades del agricultor.

Ventajas y desventajas de la agroforestería 5

Desventajas

- ✗ En algunos casos, los de agricultores acostumbran utilizar el fuego para limpiar un terreno agrícola, lo cual puede resultar en daños a los árboles.
- ✗ Puede resultar que, debido a la competencia de los cultivos por luz, agua y nutrientes, los árboles tengan una fase de crecimiento y sobrevivencia más baja, especialmente durante su establecimiento.
- ✗ Es probable que haya efectos negativos en los cultivos debido a la competencia de los árboles. La intensidad de la competencia dependerá básicamente del tipo de cultivo y su manejo, el tipo de suelo y clima (p.ej., seco), la especie forestal y su estado de desarrollo y manejo. Por ejemplo, pueden usarse podas y raleos de los árboles (en forma más intensiva de lo recomendable cuando la única meta es la producción maderable) para disminuir la competencia.
- ✗ El valor comercial de los productos maderables de los sistemas agroforestales puede verse disminuido por la forma más cónica y ramificada que pueden desarrollar los fustes de los árboles, al existir una menor competencia lateral que la que se presenta en plantaciones en bloque. Por lo tanto, es importante la selección de especies con autopoda en campo abierto (como *Cordia alliodora*).
- ✗ Si el cultivo agrícola (especialmente un perenne) está dando buenas ganancias y a juicio del agricultor sus rendimientos están siendo reducidos demasiado por la competencia de los árboles, podría verse impulsado a hacer podas excesivas de los árboles e incluso eliminar árboles "futuros" (árboles maderables seleccionados para la cosecha final por su crecimiento y forma superior).

- ✗ Dado que los recursos necesarios para establecer y manejar sistemas agroforestales son mayores que para una plantación arbórea pura, el área que se puede reforestar será menor.
- ✗ Deterioro del sitio debido a erosión o agotamiento de nutrientes (p.ej., demasiadas cosechas de yuca sin fertilización). No es recomendable incluir cultivos anuales en fuertes pendientes.
- ✗ Las actividades de manejo y cosecha de los cultivos pueden perjudicar a los árboles (p.ej., daños a sus raíces durante una cosecha de cultivos de raíces o tubérculos).
- ✗ En asociados a mediano o largo plazo, las actividades silvícolas pueden provocar daños físicos en cultivos perennes (p.ej., raleos y aprovechamientos de maderables en plantaciones de cacao).
- ✗ Efectos alelopáticos de los cultivos en los árboles (un efecto alelopático ocurre cuando una especie produce un químico que afecta el crecimiento y/o sobrevivencia de otra especie, generalmente en forma negativa). Sin embargo, hasta ahora solamente se han reportado efectos alelopáticos de unas pocas especies arbóreas en algunos cultivos.
- ✗ Si los cultivos y los árboles son susceptibles a las mismas plagas o patógenos, el asocio puede ser altamente perjudicial e inestable.
- ✗ Los árboles maderables en sistemas agroforestales están más expuestos a las condiciones climáticas adversas que los de una plantación forestal o un bosque natural y deben ser capaces de adaptarse al crecimiento en pleno sol.

Plantar en plantación pura (ver Capítulo 7)

continúa...

5

Ventajas

- ✓ El manejo y la ganancia de los cultivos agrícolas puede reducir o pagar los costos de establecimiento de los árboles; p.ej., no hay que esperar hasta el final del turno forestal para recibir ingresos de una parcela reforestada con maderables. Si en vez de un Taungya (asocio temporal) se establece una asociación permanente con un cultivo perenne, existe la posibilidad de obtener ganancias agrícolas durante todo el turno forestal.
- ✓ El manejo agrícola (limpías, fertilización, etc.) puede mejorar las condiciones biofísicas del sitio, lo cual resulta en mejores tasas de sobrevivencia y crecimiento de los árboles.
- ✓ La tasa de crecimiento del árbol individual en sistemas agroforestales también puede ser mejor que las de plantaciones en bloque debido al mayor espaciamiento. Aunque la reforestación pura puede producir más madera por unidad de área sembrada, la plantación en sistemas agroforestales reduce el tiempo de cosecha.
- ✓ En zonas secas reduce el riesgo de fuego por tener cultivos (terreno limpio) en lugar de maleza seca.

- ✓ El cercado de los cultivos, para evitar daños por los animales, reduce el riesgo de daños físicos en los árboles.
- ✓ La frecuencia de atención a un campo agrícola es mayor de lo normal en una plantación forestal pura, facilitando la oportuna detección y tratamiento de plagas o enfermedades forestales durante el establecimiento.
- ✓ El asocio de los árboles con cultivos puede reducir la dispersión de enfermedades de los árboles (p.ej., *Fusarium* en las raíces), o de una plaga (p.ej., el barrenador (*Hypsipyla grandella*) de *Cedrela odorata* y *Swietenia macrophylla*), aunque en este caso el mejoramiento podría ser debido al mejor vigor de los árboles en áreas agrícolas). También puede ser que la incidencia de enfermedades y plagas en los cultivos sea menor cuando se intercala entre árboles.
- ✓ Si el asocio es con un cultivo leguminoso, podría mejorarse la disponibilidad de nitrógeno para los árboles.
- ✓ El aprovechamiento intensivo de los nutrientes en el suelo por los cultivos agrícolas, después de limpiar una parcela para reforestación, reduce las pérdidas de nutrientes por lavado del suelo en temporadas lluviosas.

Usemos agroforestería



Efectos de los árboles en el aporte de nutrientes y la conservación del suelo

¿Cómo seleccionar los componentes del sistema para diferentes objetivos y sitios?

Si se decide que un sistema agroforestal es una mejor opción que una plantación pura para establecer árboles en una finca, el próximo paso es seleccionar los componentes. Es importante destacar que las características de los árboles y los cultivos, y por lo tanto sus interacciones, se pueden modificar con buenas prácticas de manejo para aprovechar sus características positivas y minimizar las negativas.

Por ejemplo, podemos manipular

- las fechas y secuencia de plantación de los componentes agrícolas y forestales
- los espaciamientos entre los árboles y entre los árboles y cultivos
- la duración del periodo de asocio (periodo agrícola)
- el manejo de los dos componentes (podas, fertilización, control de malezas, etc.).

Además, las condiciones de cada sitio deben ser evaluadas para hacer coincidir los requerimientos de las especies arbóreas y agrícolas con las características del sitio (p.ej., no plantar *Cordia alliodora* ni sembrar frijoles en sitios con mal

drenaje). Cuando queremos establecer una plantación forestal mediante el sistema *Taungya*, las especies arbóreas deben ser capaces de competir con el componente agrícola: deben ser de crecimiento rápido, con capacidad de cerrar sus copas rápidamente y ser tolerantes a la competencia por luz, agua y nutrientes durante el primer año.

A continuación se describen las características deseables para árboles maderables, frutales y de servicio. Estas listas no están en orden de prioridad y fueron preparadas para ayudar al extensionista y al agricultor a escoger las mejores especies para las condiciones particulares de sitio y las necesidades del cultivo asociado.

Especies maderables: ¿cómo escogerlas?

Conocimiento local de la especie. Debemos asegurarnos que ya hay experiencia exitosa con la especie (sea nativa o exótica) en la misma zona o zonas comparables. La consideración de experiencias previas y preferencias en la zona, de otros agricultores o proyectos, ya sea en plantaciones puras de bloques o en forma de sistemas agroforestales, contribuye a la selección de especies con altas posibilidades de éxito y aceptación. La decisión de plantar especies exóticas o nativas debe ser de los agricultores y no de los técnicos.

Valor comercial de la especie o uso local.

Es importante enfatizar este criterio, pues muchas veces el agricultor requiere que la plantación de árboles produzca, en el mediano plazo, ingresos que justifiquen el esfuerzo e inversión. En el caso de los maderables, deberá buscarse que produzcan maderas de mediana o alta calidad (p.ej. *Enterolobium cyclocarpum*, *Carapa guianensis*,

Calophyllum brasiliense, *Cordia megalantha*, *Astronium graveolens*), aunque lo óptimo sería introducir árboles de madera de la máxima calidad y precio en el mercado como *Dalbergia retusa*, cedro o caoba, cuando los factores ambientales y las tasas de crecimiento lo aconsejen. Las opciones de comercialización y la demanda de los productos (local y fuera de la zona) serán factores muy influyentes en la decisión de la especie (ver capítulos 4 y 9). Algunas especies permiten la extracción de productos secundarios, como postes y leña al hacer podas y raleos.

Crecimiento rápido. El retorno de la inversión realizada en cualquier negocio, además de ser satisfactoria, debe concretarse en el menor tiempo posible. Esta es una realidad inherente a la producción agrícola, pecuaria y forestal; el crecimiento rápido de una especie arbórea puede contribuir a aliviar este problema porque

produce más rápidamente el producto esperado y también porque la especie alcanza más rápidamente un desarrollo que disminuye los costos de mantenimiento.

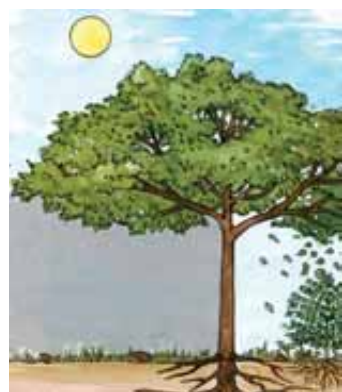
Autopoda en condiciones de campo abierto. Los árboles en sistemas agroforestales tienden a tener peor forma del fuste que los de plantaciones en bloque, dada la ausencia de competencia lateral por la luz debido a los amplios espaciamientos utilizados. Eso resulta en una mayor ramificación y persistencia de las ramas, e implica mayores costos de aprovechamiento, más desperdicios de aserrío y menor calidad debido a los nudos grandes que quedan en la madera. Sin embargo, en algunas especies maderables las ramas inferiores tienen lo que se denomina "autopoda"; o sea que las ramas se secan y caen rápidamente aun en campo abierto. Es preferible seleccionar estas especies para los sistemas agroforestales, ya que permiten la reducción de costos y el incremento del valor del producto. Dos ejemplos son el laurel (*Cordia alliodora*) y el mundani (*Acrocarpus fraxinifolius*). La melina

(*Gmelina arborea*) y el ciprés mexicano (*Cupressus lusitanica*) son ejemplos de especies maderables que no tienen estas características.

Disponibilidad de germoplasma certificado. Las probabilidades de éxito de la inversión se pueden aumentar si existen fuentes para la obtención de semillas o arbolitos certificados. Donde esté disponible, se debe utilizar material genético de alta calidad que produzca plantas fuertes y sanas. Debe evitarse el uso de material genético de calidad o procedencia dudosa (ver Capítulo 8). La selección de plantas sanas y vigorosas en el vivero, o por un raleo de regeneración natural, es igualmente un factor de gran importancia.

No tener susceptibilidad a plagas y enfermedades. Deben evitarse especies susceptibles a plagas y enfermedades en la zona, o con problemas bien conocidos. Un caso particular las constituyen árboles de la familia Meliaceae, que incluye especies de gran valor como caoba o el cedro, que no deben ser usadas en plantaciones

6



- ↑ Pueden hospedar plagas del cultivo
- ← Puede producir una sombra excesiva
- ↙ Excesiva competencia por agua y nutrientes
- Las hojas de algunos árboles pueden contener sustancias tóxicas para ciertos cultivos

Efectos negativos mínimos en los cultivos asociados. Aun con cultivos que generalmente son manejados bajo sombra, algunos efectos negativos como competencia para luz, nutrientes y agua (p.ej. excluir *Eucalyptus* spp. en zonas estacionalmente secas), son casi inevitables en sistemas agroforestales permanentes. Además de manejar la competencia (ver sección Manejo), hay que cuidar que los árboles no tengan efectos alelopáticos sobre los cultivos asociados.



puras debido al ataque del barrenador del tallo. Sin embargo, son componentes comunes (a bajas densidades) en sistemas agroforestales tradicionales; p. ej., en plantaciones de café y cacao, donde el ataque es mucho menor que en plantaciones puras.

Copa pequeña y abierta. Para minimizar la competencia por luz con cultivos asociados, se recomienda emplear especies como *Cordia alliodora* (copa abierta y/o poco ancha) o *Eucalyptus deglupta* (abierta). Al cortar los árboles, el trabajo es menos costoso y hay menor riesgo de dañar los cultivos, dado que la mayoría de los daños son causados por la copa y no por la caída del fuste. Además, una copa pequeña reduce la resistencia del follaje al viento y, por lo tanto, el riesgo de volcamiento. Es deseable un follaje no continuo, que proporcione sombra en parches y no una uniforme que produzca luz de baja calidad para los cultivos. También en el caso de los árboles decíduos asociados a café o cacao en las zonas más calientes/secas, es deseable que rápidamente generen nuevas hojas para restablecer las condiciones originales de sombra. Finalmente, es una ventaja si la especie tiene hojas pequeñas, para evitar el efecto de unión de las gotas de lluvia que causan daños al cultivo y al suelo (erosión) por golpeteo.



Sistema radicular no superficial. Un sistema radicular superficial da una competencia fuerte a los cultivos y es susceptible al daño por manejo agrícola. Además es deseable que el árbol sea resistente al volcamiento.

Poca exigencia en el manejo. Se deben preferir especies agresivas (p.ej., los eucaliptos) o robustas (p.ej., *Tabebuia rosea*) con potencial para sobrevivir y crecer rápidamente con un manejo no muy exigente, pues permitirán disminuir los riesgos y los costos de mantenimiento. Deben ser de fácil propagación y, cuando recién establecidas, tolerantes a la sombra lateral y algo de sombra vertical (p. ej., las meliáceas). Por otro lado, no deben tener la tendencia a reproducirse como malezas.

Características deseables al seleccionar árboles maderables

7

- ✓ Conocimiento local de la especie
- ✓ Valor comercial o uso local
- ✓ Crecimiento rápido
- ✓ Autopoda en condiciones de campo abierto
- ✓ Disponibilidad de germoplasma certificada
- ✓ No tener susceptibilidad a plagas y enfermedades
- ✓ Efectos negativos mínimos en los cultivos asociados
- ✓ Copa pequeña y abierta
- ✓ Sistema radicular no superficial

Árboles frutales en sistemas agroforestales: ¿cómo escoger?

Estudios de preferencias de especies arbóreas han resaltado el interés por parte de los agricultores en árboles frutales, sobre todo en las especies indígenas aún no domesticadas (ver Capítulo 9). Las razones parecen ser el valor, presente y futuro de estas especies, percibidas por los agricultores. Típicamente, éstas son especies locales que tienen una larga historia tradicional como especies recogidas de la selva para uso doméstico. Algunas de estas especies, en alguna magnitud, se han domesticado, ya sea a través de un programa de mejoramiento selectivo, o en algunos casos, como "cultivares" propagados vegetativamente. Normalmente se hace la selección por tamaño, sabor, estación de producción de la fruta, color, etc.

Se han desarrollado mercados locales para muchas de estas especies conforme ha ocurrido la urbanización. Algunas se han desarrollado subsecuentemente en mercados regionales e incluso internacionales; comúnmente "mercados étnicos" para personas procedentes de países en

vías de desarrollo y que ahora residen en Europa y EE.UU. Sin embargo, pueden existir preocupaciones sobre lo que pasaría si un nuevo cultivo arbóreo, diseñado para la producción agroforestal, llega a ser demasiado popular y se presenta una sobre producción. Aunque este riesgo exista, probablemente la mayoría de los nuevos frutales que actualmente están siendo domesticados llenarían los relativamente pequeños mercados locales o regionales y por esta razón no serían de gran interés para productores multinacionales a gran escala.



8

Algunos criterios para seleccionar árboles frutales para sistemas agroforestales

- ✓ Potencial comercial (local, nacional y/o internacional)
- ✓ Conocimiento local (uso tradicional)
- ✓ Características de la fruta que facilitan almacenamiento prolongado o procesamiento post-cosecha y transporte
- ✓ Compatibilidad con otros cultivos/árboles; p. ej., características de la copa que deja luz al cultivo asociado
- ✓ No hospedero de enfermedades y/o plagas de cultivos asociados
- ✓ No tener raíces superficiales
- ✓ Características deseables para usos industriales (p. ej., contenido de pectinas, el cual es útil para jaleas)
- ✓ Alto índice de cosecha (p.ej., la proporción frutas/biomasa producida es alta)
- ✓ Factibilidad de injertar/capacidad de enraizamiento y/o germinación
- ✓ Productividad alta sostenida (por árbol y por ha)
- ✓ Facilidad de cosecha (p. ej., acceso como copa extendida baja y/o fácilmente escalado)
- ✓ Buen sabor y alta calidad
- ✓ Estacionalidad de producción temprana o tardía (reducir competencia con alternativas)
- ✓ Periodo de establecimiento corto/productividad precoz
- ✓ Baja incidencia de plagas y enfermedades
- ✓ Uso múltiple; p. ej., producción de madera de aserrío cuando hay renovación.

Árboles de servicio para plantaciones de perennes: ¿cómo escoger?

Los árboles de servicio deben cumplir con los criterios listados para árboles maderables excepto los específicos para dichos árboles, como valor comercial, autopoda y germoplasma certificado. Adicionalmente se debe escoger especies que cumplan con los criterios siguientes:

- ⇒ Ramas y tallos no quebradizos
- ⇒ Capacidad para extraer nutrientes no accesibles al cultivo
- ⇒ Fijación de nitrógeno
- ⇒ Tolerancia a fuertes y frecuentes podas (capacidad de rebrote)
- ⇒ Alta producción de biomasa (hojarasca y residuos de podas)
- ⇒ Resistencia a enfermedades/insectos que podrían provocar una defoliación súbita
- ⇒ Ausencia de efectos alelopáticos
- ⇒ No hospedero alternativo de enfermedades y/o plagas de los cultivos asociados
- ⇒ Tallos y ramas libres de espinas, para facilitar el manejo

Árboles o arbustos para cortinas rompevientos: ¿cómo escogerlos?

Las cortinas deben establecerse con especies que conserven la mayor parte del follaje durante todo el año, o al menos durante la época de mayor viento. La selección de especies para cortinas rompevientos varía con el clima y el suelo, el propósito de la utilización, el manejo y los beneficios adicionales esperados (ej. frutas, leña, forraje). Al seleccionar las especies, un aspecto importante para lograr una protección adecuada es la densidad del follaje de la cortina, que debe ser uniforme desde el extremo superior hasta la base de la cortina. Una cortina debe además dejar pasar alrededor del 20% del flujo de viento. De no ser así, la cortina sería un obstáculo absoluto para el viento, el cual produciría turbulencias fuertes después de pasar sobre la cortina, provocando daños graves en los cultivos a proteger. Para lograr la mayor área protegida (depende de la altura de los árboles) en el menor tiempo posible buscamos especies para la línea central que tengan un rápido desarrollo y gran porte (> 20m).



Algunas de las especies comúnmente utilizadas en los trópicos americanos para las hileras principales son *Eucalyptus* spp., *Casuarina* spp., *Mangifera indica*, *Pinus caribaea* y *Pinus oocarpa*. Para los estratos medios han de utilizarse árboles que alcanzan alturas máximas de 10 a 15 m, tales como la casia (*Cassia siamea*), el guácimo (*Guazuma ulmifolia*), el capulín (*Muntingia calabura*), el neem (*Azadirachta indica*), la manzana rosa (*Eugenia malaccensis*), la uruca (*Trichilia glabra*), la manzana de agua (*Eugenia jambos*) o el aceituno (*Simarouba glauca*). Para los estratos bajos se utilizan arbustos que apenas sobrepasan los 5 m como la amapola (*Hibiscus sepium*), el mirto (*Murraya paniculata*), el itabo (*Yucca elephantipes*), el trueno (*Ligustrum sepium*) y también algunas gramíneas de porte alto como el pasto elefante (*Pennisetum purpureum*), la caña de azúcar (*Sacharum* sp.) y la caña india (*Dracaena fragans*). En los cafetales de El Salvador, tradicionalmente se usa *Croton reflexiofolius*, *Cupressus lusitanica* y *Cordia cana*. Otro ejemplo podemos encontrarlo en el Capítulo 3 sobre cortinas rompevientos al este de León, Nicaragua.

Árboles o arbustos para bancos forrajeros: ¿cómo escogerlos?

Alto valor nutritivo. Deben usarse especies y/o variedades/procedencias de alto valor nutritivo (p. ej., alta proteína y energía, poca fibra) y bajas concentraciones de compuestos antinutricionales (p. ej., taninos; alcaloides como mimosina y cumarina). Por ejemplo, hay mucha diferencia en la concentración de cumarinas entre procedencias de *Gliricidia sepium*, y las cabras consumen menos cuando el contenido de cumarinas es alto. Por otra parte, *Leucaena leucocephala* tiene buena palatabilidad pero esta especie contiene mimosina que puede afectar seriamente el consumo y la salud del animal. Algunos árboles y arbustos como *Morus alba*, *Brosimum alicastrum* y *Leucaena leucocephala* son mejor alimento que las especies de pastos nativos y mejorados. La mora es de 15 a 25% más digerible que la mayoría de pastos mejorados. La mayoría de las especies forrajeras tradicionales en América Central tienen suficientes cantidades de minerales para satisfacer los requerimientos del animal.

Adaptación a las condiciones de clima y suelo. Cuando se evalúan especies, es esencial considerar sus necesidades agronómicas y su adaptabilidad. Las especies forrajeras robustas como *Brosimum alicastrum*, *Guazuma ulmifolia* y *Leucaena leucocephala* crecen mejor en suelos alcalinos y son tolerantes a la sequía (ver Capítulo 10). Otras especies que pueden ser consideradas para el establecimiento de bancos forrajeros incluyen *Gliricidia sepium*, *Trichantera gigantea* y *Cratylia argentea*. *Morus alba* es un arbusto forrajero con un alto potencial para mejorar la producción animal. Sin embargo, esta especie tiene una alta demanda por los nutrientes del suelo y sólo crece bien en suelos fértiles con altas dosis de fertilizante nitrogenado (>300 kg N/ha/año). Plantar especies que deman-

dan muchos nutrientes, en sitios de baja calidad o fertilidad, no es recomendado. Otra especie robusta que crece bien en suelos calcáreos es *Parmentiera edulis* la cual produce una cantidad significativa de frutos comestibles para los animales durante la época seca.

Mejoramiento de suelo. Es deseable seleccionar árboles forrajeros que mejoren el suelo. Los bancos forrajeros de leguminosas como *Leucaena leucocephala* y *Gliricidia sepium* pueden fijar de 75 a 200 kg N/ha/año. Los requerimientos de *Rhizobium* (bacterias asociadas a las raíces que fijan nitrógeno) para los árboles leguminosos deben ser determinados especialmente cuando se piensa plantarlos en suelos pobres (baja fertilidad). Algunas especies con raíces profundas, como *Brosimum alicastrum*, *Leucaena leucocephala*, *Guazuma ulmifolia* y *Gliricidia sepium*, son capaces de acumular y reciclar minerales (fósforo, potasio, magnesio, calcio y boro) de las capas profundas del suelo.

Resistencia al fuego. Los ganaderos de zonas secas suelen quemar los pastizales al finalizar la época seca, para estimular el crecimiento de rebrotes verdes y succulentos durante la época lluviosa. Por tanto, los árboles forrajeros deben tener cierta resistencia al fuego. *Gliricidia sepium* y *Guazuma ulmifolia* son dos ejemplos, debido a sus raíces profundas y su habilidad para mantener reservas de alimentos en la base del árbol, lo que les permite un rebrote desde el nivel del suelo después de ser quemados.

¿Cómo selecciono las especies?



Los árboles y arbustos:

- deben producir buena cantidad de rebrotes y hojas
- tienen que ser resistentes a podas fuertes y frecuentes
- resistentes al pastoreo y ramoneo
- nutritivas
- deben gustarles a los animales

¿Qué cultivos se pueden asociar con árboles comerciales?

Es igualmente importante la selección de cultivos compatibles con las especies arbóreas escogidas. De nuevo, los criterios dependerán de los objetivos del agricultor. En la caja 9 se plantean los criterios de selección de cultivos cuando la producción comercial arbórea es el objetivo principal (p. ej., madera o frutas).



Criterios de selección de los cultivos para asociar con árboles comerciales

9

- ✓ No deben dar una sombra densa antes de la que los árboles están bien establecidos (p. ej., no sembrar cacao antes del establecimiento de maderables).
- ✓ No se deben incluir especies trepadoras mientras los árboles son jóvenes (p. ej., excluir ñame, vainilla y pimienta durante la fase de establecimiento).
- ✓ No deben competir fuertemente por nutrientes y agua con los árboles recién plantados (p. ej., los zacates dan una fuerte competencia radicular que afecta negativamente a los árboles).
- ✓ No deben agotar los nutrientes del suelo hasta un nivel que pudiese afectar la calidad del sitio (p. ej., excluir el plátano o la caña de azúcar cuando no está previsto aplicar fertilizantes para reemplazar los nutrientes perdidos).
- ✓ Excluir cultivos de raíces y tubérculos que tienen una gran extensión horizontal de las raíces (p. ej., excluir la yuca), o hay que plantarlos lejos del árbol para evitar daños a las raíces de los árboles en el momento de cosechar el cultivo agrícola.
- ✓ No deben causar daños físicos a los árboles (p. ej., la caída de plátano en una plantación forestal nueva).
- ✓ Sería una ventaja si fijan nitrógeno.
- ✓ No deben tener la capacidad de convertirse en maleza (p. ej., aunque no ha sido reportado en América Central, en algunos países en África se ha recomendado excluir la higuera -*Ricinus communis* de plantaciones de maderables jóvenes).
- ✓ No debe ser hospedero de plagas o enfermedades que pueden afectar a los árboles (p. ej., el hongo *Armillaria mellea* puede atacar a los árboles vía yuca).
- ✓ En sistemas agroforestales permanentes deben ser tolerantes a la sombra (p. ej., jengibre) o aún mejor, necesitar algo de ella (p. ej., cacao, una vez establecidos los maderables).
- ✓ No deben tener efectos alelopáticos sobre los árboles.
- ✓ Deben tener potencial económico.
- ✓ Debe existir una tradición y experiencia en la zona con estas especies, o un nuevo mercado establecido.
- ✓ Deben ser especies poco exigentes en cuanto a mano de obra cuando se pretende promover la reforestación. La mano de obra requerida para el cultivo agrícola puede limitar el área que se pueda reforestar con sistemas agroforestales.

Sitios para plantar árboles con valor comercial: ¿cómo escoger?

La discusión de las ventajas y desventajas de la agroforestería y de los criterios de selección de los componentes nos lleva a la conclusión de que es muy variable la aptitud de los sitios de una finca para el establecimiento de árboles comerciales. Es por ello que debemos tener en cuenta algunas consideraciones generales del sitio para asegurar el éxito de la inversión.

Costos de establecimiento y de protección.

La protección y cuidado de los árboles jóvenes es uno de los rubros de costos más importantes. Establecer árboles en una plantación agrícola es más fácil que hacerlo en pastizales, por el daño físico que los animales podrían provocar en los árboles, a menos que haya dinero para proteger los árboles hasta que alcancen al menos 5 m de altura, que les permita sobrevivir a la acción del ganado.

Competencia con cultivos. Se deben seleccionar sitios donde la competencia con los cultivos sea mínima o donde la presencia de los árboles (p. ej., sombra) favorece a los cultivos. Las consecuencias de la competencia por la luz son menores en el caso de la asociación con cultivos adaptados a la sombra, como el cacao o el café, que en cultivos adaptados a pleno sol como el maíz.

Fertilidad del suelo. A menudo los gobiernos y grandes empresas establecen las plantaciones forestales en suelos no aptos para la agricultura debido a su baja fertilidad, aceptando un turno de mediano o largo plazo para la obtención de productos. Los beneficios ecológicos pueden ser altos (p. ej., mitigación de erosión, protección de ríos) pero las posibilidades de éxito (ver Capítulo 3) son menores y los costos iniciales más altos. Sin embargo, los agricultores, dadas sus limitaciones de flujo de caja, se benefician de un turno más corto para árboles con productos comerciales, por lo que es recomendable iniciar un programa de reforestación en sistemas agroforestales en buenos suelos o en sistemas agroforestales con cultivos de manejo intensivo (p. ej., café) donde hay mayor probabilidad

de conseguir resultados satisfactorios en menor tiempo. Además, cuando hay un crecimiento inicial rápido del árbol, la necesidad de chapear se reduce, lo cual ha sido un factor crítico en el éxito de muchos programas de reforestación. Posteriormente, cuando se tenga experiencia, se puede intentar cultivar estas especies arbóreas comerciales en sitios más difíciles.

Hay especies arbóreas que se adaptan con buen resultado a sitios muy húmedos y en suelos de potreros muy compactados (p. ej., *Tabebuia rosea*) a diferencia de *Cordia alliodora* el cual es altamente susceptible a suelos compactados y con mal drenaje. Es un ejemplo de la regla imprescindible que para cada sitio en la finca hay que seleccionar las especies apropiadas y no utilizar la misma en todos los sitios. Este fue el error de muchos programas de reforestación que tuvieron una oferta muy reducida de especies (ver Capítulo 3). Por ejemplo, a lo largo de un lindero pueden presentarse diferentes condiciones del suelo, ya sea por mal drenaje o compactación y por lo tanto, se debe cambiar la especie en los diferentes sectores. Para más ejemplos, de las características de sitio deseables para cada especie, véase las descripciones de las especies donde se incluye recomendaciones de sitios/suelos deseables.

Factibilidad del aprovechamiento. El sitio de la plantación debe facilitar el aprovechamiento, una consideración de especial importancia en el caso de los maderables. Sitios cerca de un río o dentro de un abismo o barranco profundo no deben ser plantados con maderables comerciales debido a que no se debe talar árboles en las márgenes de ríos y riachuelos (inclusive, en muchos países, como Costa Rica, hay una ley que no lo permite), o por los elevados costos de sacar trozas de madera en condiciones accidentadas del terreno. Posiblemente, en estas áreas podría recomendarse la plantación de frutales en vez de árboles maderables, ya que el producto de la inversión no implica la remoción del árbol.

¿Cómo manejar los árboles?

Manejo de árboles en sistemas agroforestales

Antes de la plantación de árboles, se debe prever los recursos necesarios (dinero y/o tiempo) para su mantenimiento. La mayoría de fracasos en reforestación ocurre porque el control de malezas durante los primeros dos años o no se hace, o se hace cuando conviene al productor y no cuando el árbol lo necesita. Se recomienda plantar un número de árboles consistente con los recursos disponibles para su mantenimiento adecuado. Una selección adecuada de las especies (ver *Cómo seleccionar los componentes del sistema* en pág. 209) puede conllevar a una menor exigencia del mantenimiento, pero siempre pueden ocurrir, como en cualquier cultivo, eventos imprevisibles como ataques de plagas. El monitoreo regular por parte del productor es esencial para el éxito.

El establecimiento de los árboles es la fase más crítica de la plantación. Hay que proteger los árboles de animales y personas hasta que tienen 5 m de altura; por ejemplo, con rotación de potreros con terneros, evitar asocio con pastos muy agresivos como *Brachiaria decumbens* y tener mucho cuidado con la aplicación de herbicidas para limpiar los pastos o cultivos. En esta sección, resumimos algunas consideraciones de cómo adaptar la silvicultura de plantaciones puras a los sistemas agroforestales. Las consideraciones básicas para establecer árboles, como la preparación del terreno, marcación y ahoyado, fechas de plantación, rodajas, chapeas y deshierbas no son tratadas aquí, dado que ya existe abundante literatura en español que cubre estos temas (ver ejemplos de materiales de extensión al final de este capítulo).

Propagación vegetativa. La propagación vegetativa de árboles, utilizando estacas peque-

ñas hasta grandes (< 2.5 m de largo), es una práctica tradicional muy común utilizada por los agricultores para establecer árboles de servicio; p. ej., sombra para café y cercas vivas. También se utiliza para establecer árboles forrajeros, árboles para leña, barreras vivas y cultivos en callejones. En la Caja 10 presentamos las condiciones para establecer una cerca viva.

Espaciamiento inicial. En los sistemas agroforestales, generalmente se plantan los árboles cerca de la densidad final deseada, a diferencia de plantaciones puras de maderables donde se establecen más árboles con la intención de hacer una selección fuerte de los mejores con los raleos. Por tanto, en los sistemas agroforestales se necesita lograr un alto porcentaje de supervivencia, un crecimiento inicial rápido y, en el caso de los maderables, una buena forma del fuste para todos los árboles plantados. Otra forma utilizada para lograr estas metas ha sido plantar juntos 3 o 4 árboles y dejar sólo uno cuando tienen 5 m o menos. El espaciamiento inicial de los árboles depende fundamentalmente de los objetivos de la plantación (véase Caja 2), el hábito de crecimiento de la especie, la calidad del sitio y el manejo. Si se desea producir leña, los espaciamientos iniciales pueden ser menores de 2.5 m en plantaciones pequeñas; para plantaciones de madera de aserrío serán mayores, 3 m al menos al inicio, con raleos posteriores. En linderos, los espaciamientos iniciales para maderables deben ser de 3-5 m mientras que como sombra para perennes (p. ej., en café o cacao) deben ser > 8 m. Las cortinas rompevientos deben ser perpendiculares al viento predominante, espaciadas de 10-20 veces la altura máxima de los árboles (ver ejemplo en la figura de pág. 219).

Replantaciones. En algunos sistemas agroforestales, como árboles de sombra para cultivos

10

Cómo establecer una cerca usando estacas grandes

Material:

⇒ Obtener estacones de 5-15 cm de diámetro y de 2.0 a 2.5 m de largo.

⇒ Generalmente se cortan los estacones al final del periodo mas seco del año.

⇒ Seleccionar estacones (rebrotos) de árboles adultos que no fueron podadas durante los últimos 12-24 meses.

⇒ Respetar las tradiciones locales respecto a la fase de la luna sobre cuando se debe cortar y plantar estacones.

⇒ Cortar, preparar y transportar los estacones (p.ej. en un colchón de hojas) con mucho cuidado para evitar daños en la corteza.

Preparación:

⇒ Para promover acumulación de reservas en la base, almacenarlos en posición vertical, bajo sombra, por 1-2 semanas.

⇒ Antes de plantar, cortar en bisel la parte apical y cortar recto la parte donde habrá emisión de raíces



Corte en bisel



Plantación:

⇒ Plantar al final de los meses mas secos.

⇒ Plantar las estacas a distancia de 1 - 2 m.

⇒ En terrenos muy húmedos, pelar un anillo en la corteza, justo en la porción que quedará inmediatamente debajo del nivel de suelo (para promover el enraizamiento).

⇒ Enterrar los estacones a una profundidad de 20 a 40 cm.

⇒ Cubrir con tierra el hoyo donde se fija la estaca y compactar (con apisonador u otros medios).

⇒ Asegurar la estaca al alambrado con un mecate, para mantener la verticalidad hasta el enraizamiento definitivo.

⇒ Colocar el alambre 3-6 meses después de la plantación.

⇒ No hacer la primera poda de las cercas hasta después de un año de establecidas.

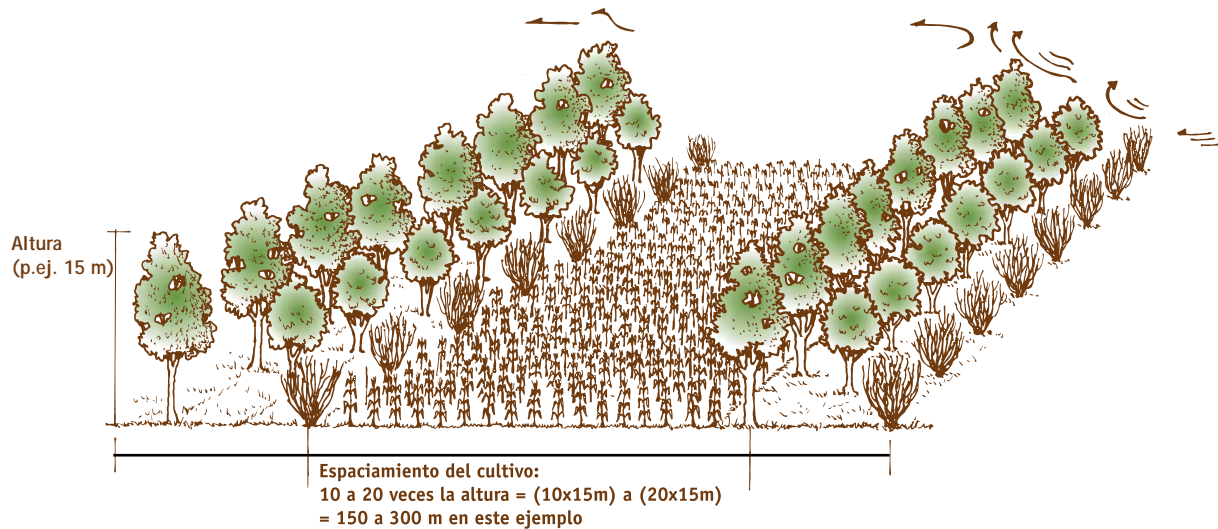
2.0 a 2.5 m de largo



40 cm



Figura ejemplo: El espaciamiento (la distancia entre hileras) en una cortina rompevientos



perennes o cortinas rompevientos, el replantar es mucho más importante que en plantaciones puras pues es fundamental lograr una alta supervivencia. En cortinas, es especialmente importante lograr un 100% de posiciones plantadas durante el primer año, dado que espacios vacíos en la línea implicarán zonas de turbulencia, volcamiento y baja efectividad de la cortina. Las replantaciones deben hacerse uno o dos meses después de la plantación inicial (especialmente en zonas con estación seca marcada), ya que es difícil que se desarrollen árboles replantados en años posteriores debido a la fuerte competencia de los árboles vecinos (originales).

Podas. El objetivo principal de la poda en sistemas agroforestales es la reducción de la sombra sobre los cultivos. Los árboles maderables en sistemas agroforestales tienden a ramificar más que en las plantaciones en bloque, debido a los mayores espaciamientos que dan menor competencia lateral, y por tanto necesitan podas más frecuentes e intensivas (pero nunca más de 30% de la copa). La época para realizar las podas depende de las condiciones climáticas del sitio (p. ej.,

no podar en época seca en el caso de combinaciones con cultivos que necesitan protección del sol en verano) y los periodos de desarrollo de los árboles. Una poda prematura podría provocar mala forma (p. ej., *Tabebuia rosea*). Por tanto, se recomienda buscar recomendaciones técnicas antes de iniciar podas fuertes.

Las podas de árboles maderables, especialmente en sistemas agroforestales, también podrían cumplir un papel importante en la mejora de la calidad de la madera, además de dar productos adicionales para el agricultor (p. ej., forraje, leña, postes). Es importante que las podas se realicen a nivel con la corteza del fuste pero sin dañarlo; si se dejan proyecciones de ramas (una práctica común entre los agricultores), éstas se convertirán en nudos muertos, los cuales reducirán la calidad de la madera y hasta son puntos de infección de enfermedades o para la entrada de comején. Las podas de los frutales también son muy importantes, pero el tipo de poda es diferente (ver sección siguiente «Manejo de frutales»).

La necesidad de poda (intensidad, frecuencia) varía de especie a especie y también depende de

la naturaleza del cultivo asociado; algunos maderables (p. ej., *Cordia alliodora*), tienen copas ralas y se "autopodan" (dejan caer sus ramas) y por lo tanto necesitan menos atención que otros (p. ej.; pinos). Muchas veces los agricultores cortan las ramas casi todo a lo largo del tallo del árbol. Aunque esta práctica favorece a los cultivos, puede retrasar bastante el crecimiento del árbol. Muchos agricultores dicen que la poda sirve además para "enderezar" el árbol; sin embargo, éste sólo es el caso cuando se elimina un lado de una bifurcación, para favorecer el desarrollo de un solo eje y la poda de otras ramas laterales no tiene ningún efecto sobre la rectitud del fuste.

Raleos. Los raleos permiten mantener las poblaciones arbóreas dentro de los límites aceptables para la producción de los cultivos asociados. Son, además, una oportunidad para sacar algunos productos arbóreos; decidir sobre la ubicación de los árboles que quedan para limitar la sombra sobre los cultivos (p. ej., dejando más árboles en los linderos que en medio de las parcelas agrícolas); facilitar el manejo de los animales (p. ej., concentrando los árboles cerca del portón de un potrero, para que los animales se junten allí bajo la sombra y se les acorrale fácilmente). Además de la densidad y la ubicación, en el raleo se toma en cuenta la forma y sanidad de los árboles, eliminando los enfermos, torcidos o bifurcados.

No se debe podar más del 30% de la copa en un momento dado, pues es perjudicial para el árbol.



Manejo de árboles frutales en sistemas agroforestales

En casi todas las fincas tropicales, existe un número de especies frutales (mango, banano, aguacate, cítricos, papaya, guayaba, etc). Los árboles frutales se pueden utilizar para casi cualquiera de los objetivos de incluir árboles (Caja 2) dentro de los sistemas agroforestales, dependiendo de las necesidades del agricultor, la naturaleza de la especie frutal y los otros componentes del sistema. Los frutales se encuentran como árboles aislados dentro de cultivos anuales o pasturas (p. ej., *Byrsonima crassifolia*), o ubicados en los linderos del campo (ver sección «Árboles en líneas»); pueden intercalarse como setos vivos o árboles individuales y pueden utilizarse como cercas vivas (*Spondias mombin*). Podemos encontrarlos en huertos caseros o como árboles de servicio en cultivos perennes (*Pouteria sapota*, *Annona muricata*, *Anacardium excelsum*). Estas frutas son importantes para el consumo doméstico, y también se venden donde quiera que haya un mercado. Sin embargo, sólo en pocos casos hay una demanda comercial de los jugos de fruta (p. ej., *Psidium friedrichstalianum*, *Psidium guajava*, *Annona muricata*), o los frutos (p. ej., *Byrsonima crassifolia*). A menos que exista una oportunidad comercial (normalmente privilegio de adinerados dueños de plantaciones grandes) el típico exceso de la oferta sobre la demanda local y la estacionalidad que sobresaure el mercado, no son de gran incentivo para que los agricultores manejen intensivamente estas especies. Por consiguiente, es inusual ver árboles frutales manejados y aún menos huertos frutales manejados. No obstante, conforme se reduce el tamaño de la finca es más probable que llegue el momento en que el manejo intensivo de algunos pocos frutales pueda ser atractivo para los agricultores.

El desarrollo del fruto es un proceso competitivo entre flores polinizadas. Optimizando el uso de la luz, agua y nutrientes durante la formación y desarrollo de la fruta aumentamos la cantidad y ca-

lidad de la fruta producida. Por tanto, los tratamientos para mejorar la captación de luz y proveer agua y fertilizantes, maximizarán el número de frutas que alcanzan la madurez. El aborto de brotes de flores y frutas ocurre en aquellos brotes que no obtienen suficientes recursos.

Podas. El manejo de árboles frutales a través de la poda y control de su forma es bien conocido y podría aplicarse fácilmente a la agroforestería en los trópicos. Sin embargo, estas técnicas raramente se emplean para promover la fructificación en árboles tropicales, con la excepción del café y el cacao. Hay cinco razones por las que es importante podar y formar árboles frutales en sistemas agroforestales:

- ⇒ reducir la competencia por nutrientes, agua y luz con cultivos intercalados;
- ⇒ reducir la competencia entre ramas por los recursos del árbol;
- ⇒ promover la floración y fructificación regular;
- ⇒ eliminar ramas y retoños viejos, enfermos o dañados;
- ⇒ mantener una copa baja que facilite el control de enfermedades y la cosecha.

La poda también se hace para estimular nuevo crecimiento vigoroso, con descopas (mochas) y desramados de árboles como ejemplos extremos. Los árboles frutales tropicales no deciduos, como el mango, aguacate y cítricos, raramente requieren "poda de renovación" de este tipo.

Formación. Los retoños formados horizontalmente (p. ej., a lo largo de los alambres o planos contra una pared) tienen cuatro propósitos principales:

- ⇒ promueven la floración y la ramificación secundaria. Muchos de los retoños llegarán a ser "retoños cortos", o sea retoños no vigorosos con entrenudos muy cortos y es más probable que estos produzcan flores;
- ⇒ controlan la forma de la copa del árbol;
- ⇒ permiten exponer los retoños a la luz, para optimizar la fotosíntesis; y

⇒ permiten el fácil acceso a las ramas con frutos.

La formación de árboles frutales a lo largo de alambres aumenta la densidad de árboles frutales en un sistema agroforestal, sin aumentar a su vez la competencia entre árboles y cultivos. Los alambres pueden orientarse en una dirección particular relativa al sol, de manera que los frutales reciban la mayor luz posible en ciertos momentos de día y permitan que en otros momentos del día la luz llegue a los cultivos intercalados.

Injertos. Se injertan árboles frutales para propagar variedades deseables, reducir problemas de enfermedades (p.e. patrones resistentes) y adelantar la fructificación. También los brotes pueden ser injertados en patrones diminutivos para promover la maduración y reducir el tamaño de árboles productivos.

El estímulo de la floración. Se usa para hacer que el frutal produzca cuando es muy joven, o cuando

las condiciones ambientales o la época no son apropiadas para la floración natural. Para estimular la floración, el método más confiable y práctico para un amplio rango de especies (p. ej. mango, lichi) es el anillado de ramas eliminando la corteza. Esta técnica es, sin embargo, bastante drástica y tiene que implementarse apropiadamente o el resultado puede ser la muerte del árbol. Además, es un tratamiento que no puede usarse regularmente todos los años sin causar daño al árbol. Para inducir la floración a través del anillado de la corteza, se remueve completamente un pedazo de 1-2 cm de ancho de la corteza alrededor de toda la rama antes del periodo de inducción de la floración. El sitio de anillado en el tallo principal o rama es crítico y tiene que ser justamente encima de otro retoño viviente, pues sino los tejidos por debajo del área de la corteza cortada morirán (matando al retoño), al no poderse alimentar de otro retoño viviente.



¿Qué cree usted que necesita tener este productor en su pastura: más árboles o menos vacas?

Diseño y manejo de diferentes sistemas agroforestales

En las siguientes secciones vamos a discutir el diseño y el manejo de árboles en cuatro ejemplos de los sistemas agroforestales usados en América Central. Pretendemos que los conceptos presentados podamos aplicarlos a los demás sistemas agroforestales que, por razones de espacio, no podemos discutir aquí. La discusión está enfocada en las modificaciones de las prácticas agrícolas y forestales estándares utilizadas en plantaciones puras, las cuales no son incluidas aquí.



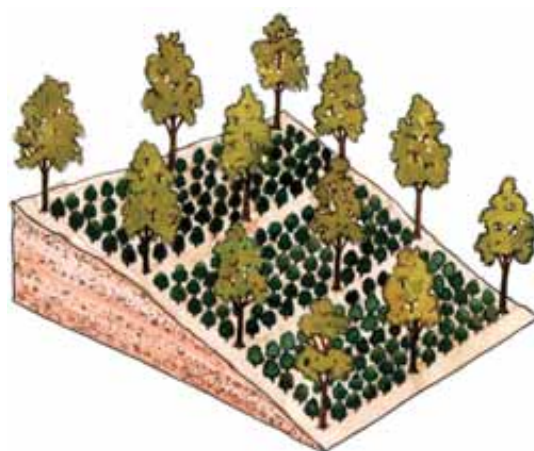
Linderos y Cortinas Rompevientos



Bancos forrajeros de leñosas perennes



Árboles dispersos en campos agrícolas



Árboles de sombra en plantaciones de cultivos perennes

Árboles en líneas: cortinas rompevientos y linderos maderables o frutales

Las cortinas rompevientos son hileras de árboles y/o arbustos de diferentes alturas, dispuestas en sentido opuesto a la dirección principal del viento. Son usados para reducir la velocidad del viento y así evitar la pérdida de la fertilidad del suelo debido a erosión eólica, reducir la acción mecánica del viento sobre los cultivos y animales, regular las condiciones microclimáticas (p. ej., temperatura), reducir la evapotranspiración en áreas cultivadas y controlar el transporte de sólidos por el viento (reducir contaminación).

Los linderos maderables o frutales son plantaciones de árboles en una hilera en los límites de la finca o sus divisiones internas para diversificar y/o aumentar la productividad.

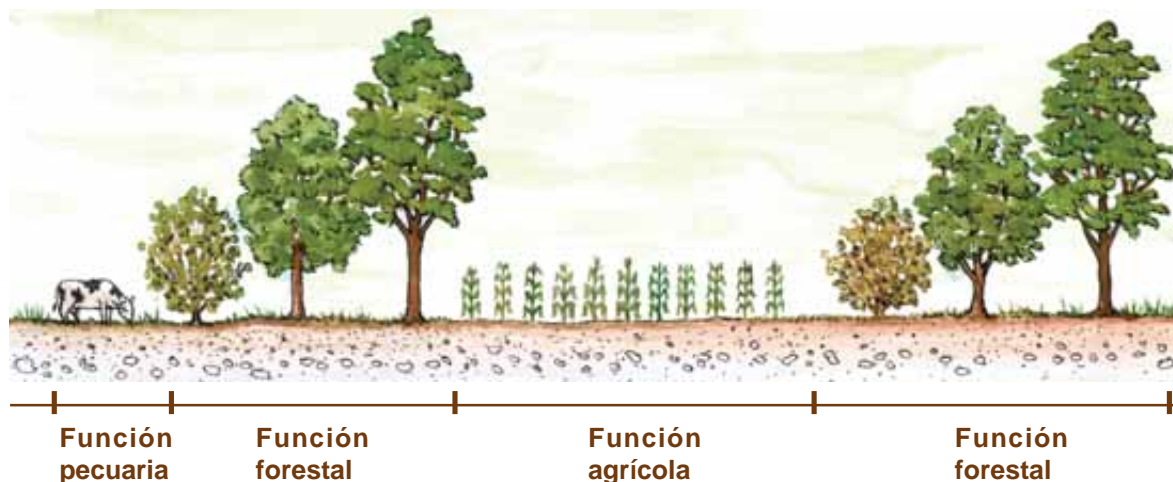
¿Dónde son necesarios?

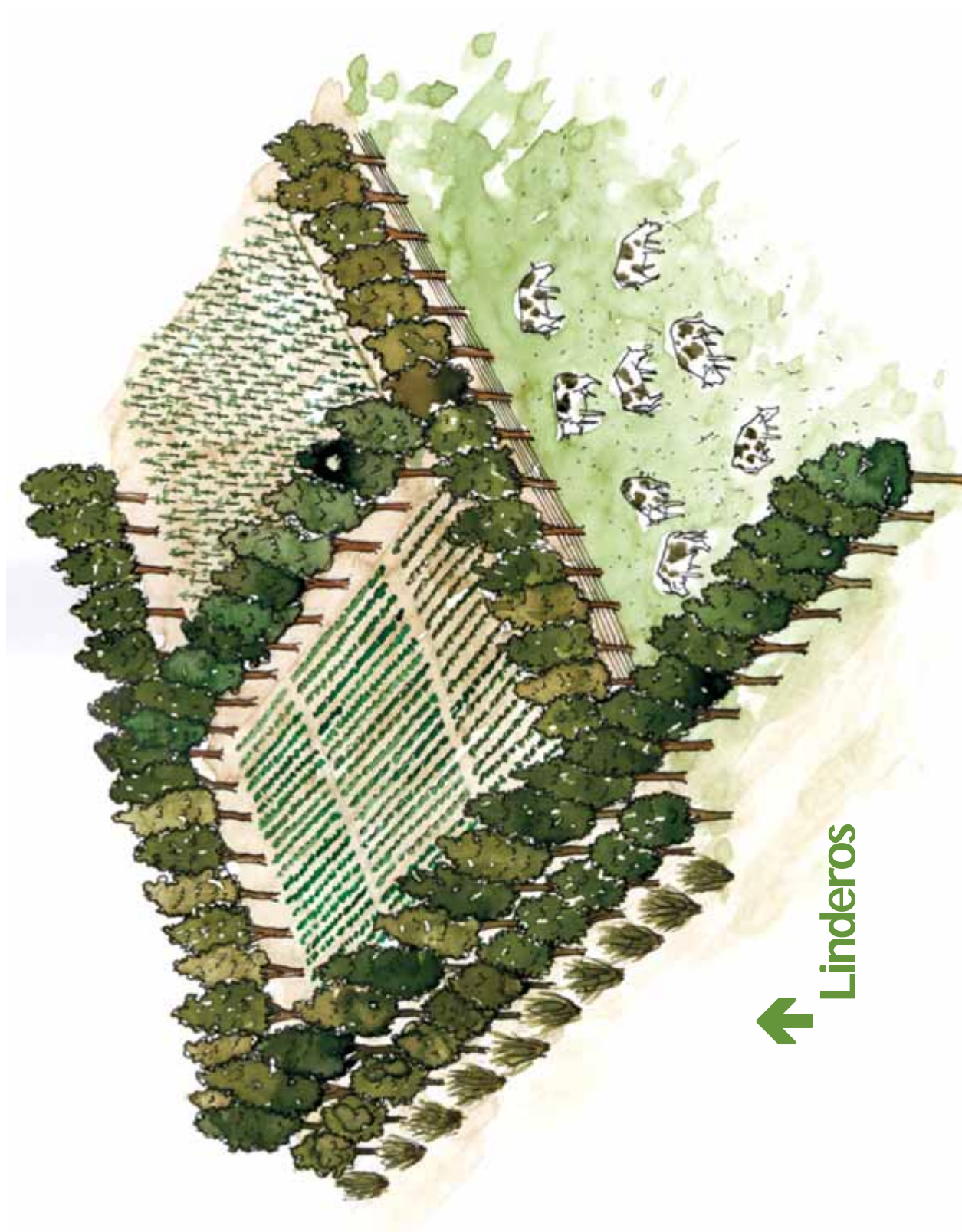
Generalmente se requieren cortinas rompevientos más que todo en las regiones semiáridas donde se trata de controlar el efecto nocivo del viento

que causa erosión y daños en los cultivos, humanos y animales. También son usadas en las zonas montañosas para aliviar el efecto de viento frío o desecante. Los linderos arbóreos podrían ser establecidos con cultivos o pastos. Dado que su objetivo principal es producción (a diferencia de las cortinas rompevientos donde es protección) es necesario preguntarse si es mejor plantar los árboles en un lindero o en una plantación pura (ver Caja 11).

¿Cómo deben ser las cortinas rompevientos y los linderos arbóreos?

En zonas agrícolas debemos sacrificar el menor terreno posible. En fincas muy pequeñas pueden usarse cortinas angostas, a veces de sólo una hilera; es decir, un lindero arbóreo o cerca viva. En este caso, se buscará una especie como el mango o *Cupressus lusitanica*, con buen desarrollo foliar desde los primeros metros a partir del suelo.





← Linderos

Ventajas y desventajas de plantar árboles maderables en linderos a diferencia de usar plantaciones puras

Ventajas

- ✓ El establecimiento de linderos de este tipo permite una delimitación clara e inequívoca de la propiedad o finca, reafirmando su dominio, previniendo posibles conflictos legales sobre la propiedad de la tierra con sus vecinos, invasiones de precaristas, etc.
- ✓ Es una forma de producir madera o frutos comercializables en áreas no utilizadas o marginales, con relativamente poca competencia con los cultivos.
- ✓ En casos de disponibilidad restringida de tierra, el uso de los linderos permite a los pequeños agricultores incorporarse en los proyectos de reforestación.
- ✓ Debido a que en este sistema no se presenta la competencia lateral, es posible atrasar los raleos, lo que ofrece más flexibilidad al propietario en contraste con las plantaciones de maderables en bloque, donde la productividad puede ser reducida de manera permanente si no se implementan los raleos en el momento oportuno.
- ✓ Reduce el crecimiento de vegetación en los linderos (con su sombra) e incrementa el beneficio de la inversión que se realiza para mantener las rondas, aprovechándose mejor las chapeas que se realizan con ese fin.
- ✓ Incrementa el valor de la propiedad, además de que contribuye a un mejoramiento estético del paisaje.
- ✓ Los raleos y podas pueden producir leña y postes para una cerca ubicada en el mismo lindero.

Desventajas

✗ Los costos de protección por árbol, al menos hasta que llega a 5 m de altura, suelen ser más elevados que los de plantaciones puras. Esto es particularmente crítico en linderos establecidos en áreas de pastoreo, por el posible daño por animales, ya sea por pisoteo, al rascarse o al ramonear el follaje tierno. También puede ser crítico en las áreas frente a caminos públicos por el daño o hurto que pueden ocasionar las personas.

✗ Los costos iniciales de mantenimiento de los árboles en linderos son más altos que en plantaciones, debido a que en los linderos el crecimiento de las malezas es mayor que en las plantaciones puras en donde los doseles cierran rápidamente. En consecuencia, las rondas de los árboles plantados en los linderos deben ser limpiadas durante más tiempo, al menos hasta que los árboles puedan competir por sí mismos con las malezas.

✗ La influencia de los árboles en linderos se extiende a las dos áreas que se pretende delimitar, por lo que eventualmente pueden ocasionar conflictos de intereses entre vecinos (p. ej., reclamos por la sombra o sobre los productos arbóreos comerciales). Por lo tanto, antes de iniciar el establecimiento de árboles en linderos entre diferentes propiedades, es recomendable lograr un consenso entre los dueños que pudieran verse afectados. Una manera práctica de reducir este problema es plantar los árboles a cierta distancia del límite (p. ej., 1 a 2.5 m). Así se descarta, al menos, la posibilidad de reclamos por el vecino sobre los productos arbóreos, aunque siempre podrían existir problemas de competencia con sus cultivos.

✗ Si los árboles coinciden con el límite de una parcela y sirven de soporte del alambre que divide los predios, debe considerarse que esta práctica afectará negativamente la calidad de la madera por efecto del uso de los clavos o grapas para la fijación del alambre. En efecto, debe considerarse que por esta causa pueden perderse entre 1.0 y 1.5 m de la troza basal, que es la más valiosa. Nuevamente, la recomendación anterior de plantar los árboles a distancia prudencial del límite de la propiedad evita que se clave el alambre en ellos.

✗ Si se plantan especies frutales en el lindero y se utilizan a su vez como soporte del alambre de la cerca, hay una tendencia natural a utilizar el alambre para escalar el árbol y cosechar las frutas; cuando esto ocurre, el costo de reparaciones de cercas se incrementará por el daño que esto ocasiona.

Los beneficios de las cortinas rompevientos

Reducen la velocidad de los vientos que consiguen pasar a través de la cortina



Desvían parte de los vientos, protegiendo a cultivos y animales

Los árboles proporcionan una amplia gama de usos y servicios

Afectan la temperatura del viento, haciéndolos más frescos en los lugares muy calientes y templándolos en los lugares muy fríos

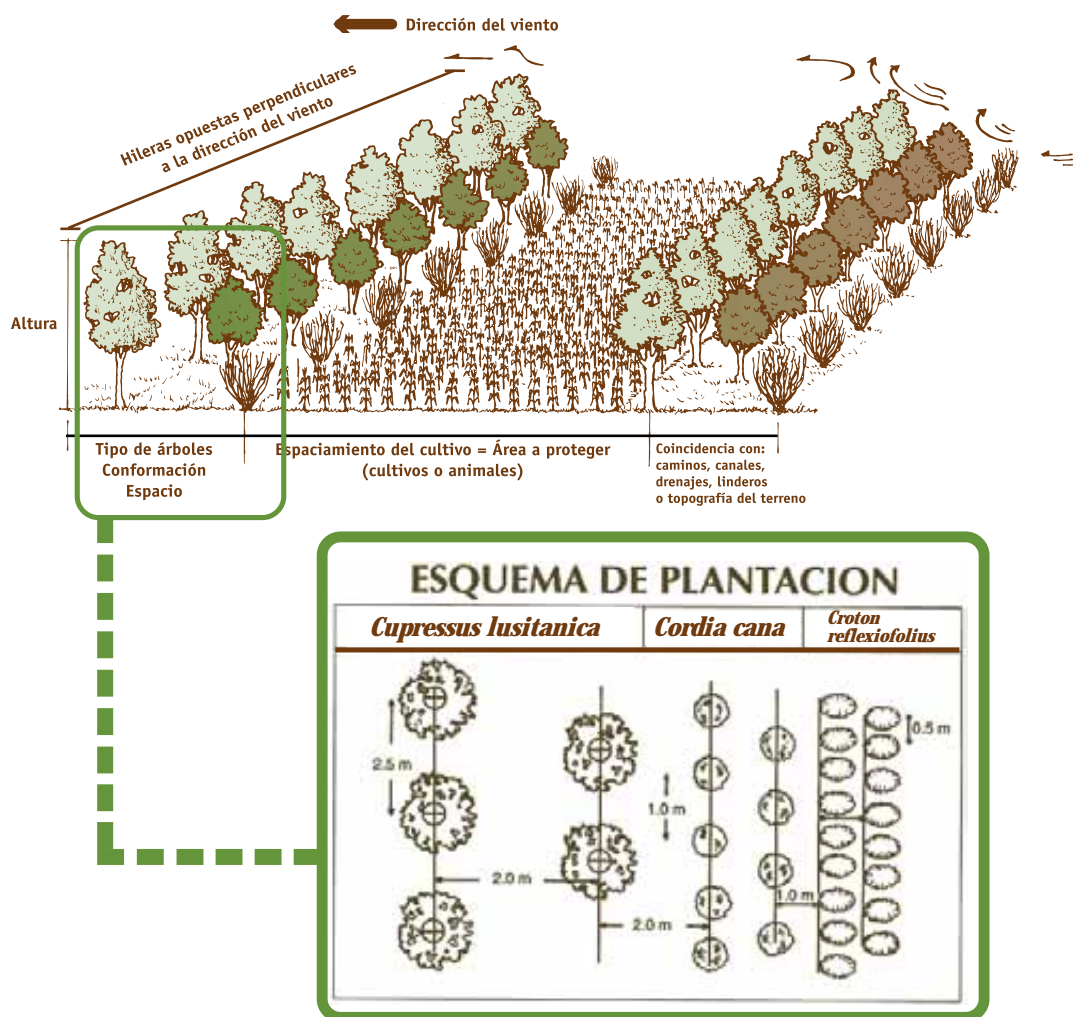
Cada situación debe analizarse cuidadosamente para adaptarse lo mejor posible al deseo de los agricultores, salvaguardando un mínimo de efectividad. Lo ideal es establecer las cortinas en forma perpendicular a la dirección principal del viento. En caso de vientos fuertes en una sola dirección o en direcciones opuestas, las cortinas se establecerán en franjas paralelas. Si los vientos provienen de varias direcciones será necesario establecer una red cuadrícula, con las cortinas principales en dirección perpendicular al viento de mayor intensidad y las cortinas secundarias en forma perpendicular a las cortinas principales (ver foto abajo). Las cortinas secundarias podrán

ser de menor dimensión y con un espaciamiento mayor entre ellas. En algunos casos ha sido necesario aceptar la solicitud del agricultor de que las líneas de árboles se ubiquen en un determinado lindero, aunque éste no coincida con la dirección opuesta al viento. Las cortinas no se pueden establecer al lado de obras de riego (canales revestidos) ya que las raíces de los árboles pueden destruir el canal.

La velocidad del viento aumenta a ambos extremos de la cortina, implicando que debemos recomendar cortinas continuas de mayor longitud para reducir este problema. Un rompevientos debe ser continuo; de no ser así, el viento se des-



Las cortinas rompevientos: orientación, medidas y elementos



plazaría por los espacios vacíos, alcanzando velocidades mayores que en la ausencia de la cortina. Si la cortina es de una sola hilera, el riesgo de que se formen vacíos es mayor que en una cortina compuesta de varias hileras. Se recomienda cortinas compuestas de varios estratos, especies e hileras, con anchos de 4 a 15 m, para formar una barrera adecuada y duradera. Los espaciamentos deben considerar la estructura deseada y los requerimientos de cada especie del rompevientos para crecer adecuadamente. Indicadores de un diseño efectivo son que la cortina pueda reducir, por lo menos, el 20% de la velocidad del viento y que la zona protegida sea hasta siete veces la altura máxima de la cortina del lado del viento y de 15 a 20 veces a sotavento. La altura

de la cortina está dada por la especie seleccionada como estrato superior y la calidad del sitio.

Los linderos maderables solo tienen una línea con espaciamientos iniciales que varían entre 2.5 y 5 m, por lo menos para los maderables. Generalmente tienen crecimiento rápido por la falta de competencia lateral y por lo tanto, se recomienda un raleo temprano (hasta 50%) que deja de una vez los árboles con su espaciamento final; p. ej., de 5 m para *Cordia alliodora* hasta 10 m para *Terminalia ivorensis*. En áreas encharcadas se debe limpiar una franja de 3 m en los dos lados hasta que los árboles superen la maleza. Dado la entrada de luz lateral, las podas son más importantes que en el caso de plantaciones puras.

Bancos forrajeros de leñosas perennes

Los bancos forrajeros son pequeñas plantaciones en las cuales las leñosas perennes y/o las forrajeras herbáceas se cultivan en un bloque compacto, a alta densidad, con el fin de mejorar la dieta de animales especialmente en la estación seca.

¿Cuándo usar bancos forrajeros?

Cuando hay una necesidad de suplementar la alimentación animal, especialmente de los rumiantes, los bancos forrajeros son una buena alternativa o son complementarios al uso de concentrados. Son usados principalmente para producir forraje de alta calidad; es decir con alto contenido de proteína y fácil digestión. Este suplemento es especialmente importante al final de la estación seca en la vertiente Pacífica de América Central cuando los pastos secos y rastrojos son escasos, y de muy mala calidad alimentaria; i.e., tienen altos contenidos de fibra y baja digestibilidad.

Los bancos forrajeros son clasificados como sistemas silvopastoriles porque existen muchas interacciones entre los componentes arbóreos en el banco forrajero y los herbáceos en los pastos adyacentes:

- una alta cantidad de nutrientes consumidos por los animales en el banco forrajero es movilizada hacia los pastos
- la cantidad de forraje que aprovechan los animales en el banco depende en parte en la producción y calidad del pasto asociado;
- cuando los animales son suplementados con materiales ricos en proteína pueden digerir y por lo tanto comer más pasto seco de mala calidad;
- mucho estiércol se queda dentro de los bancos forrajeros.

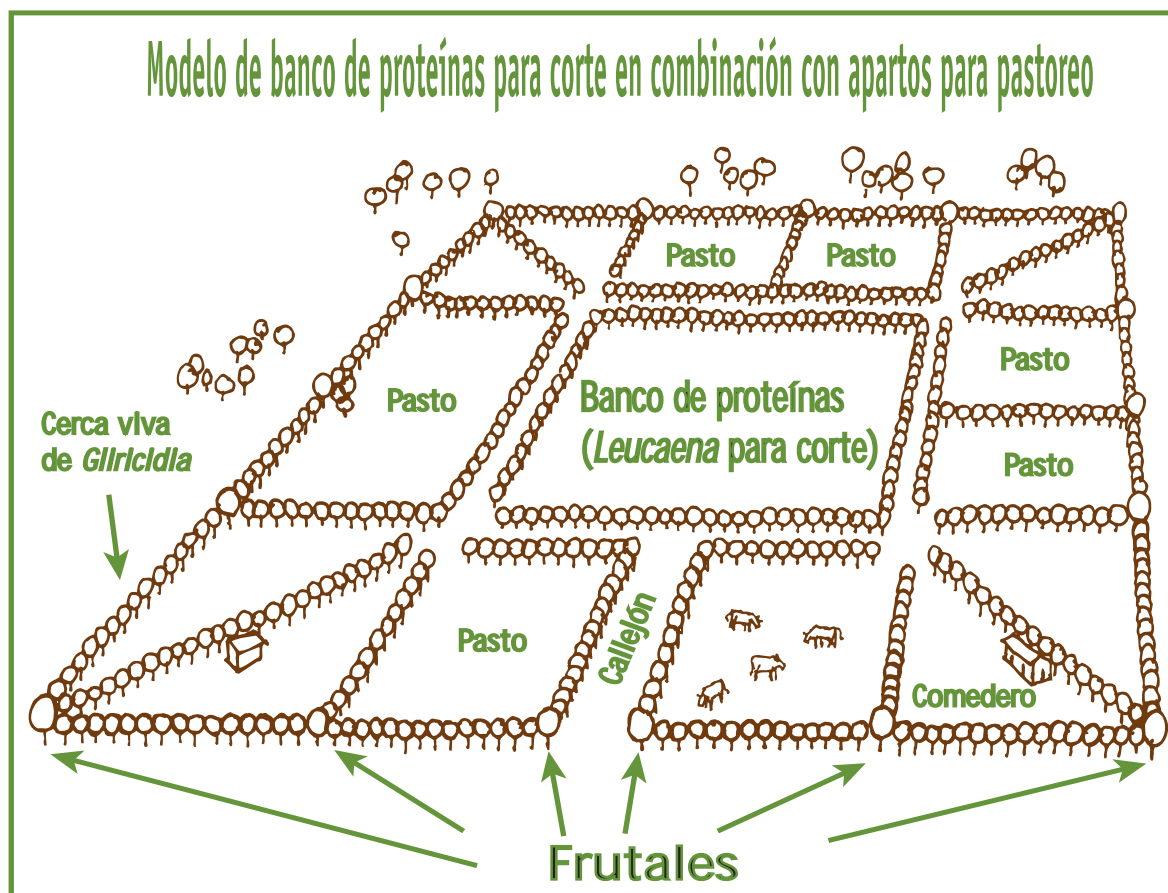


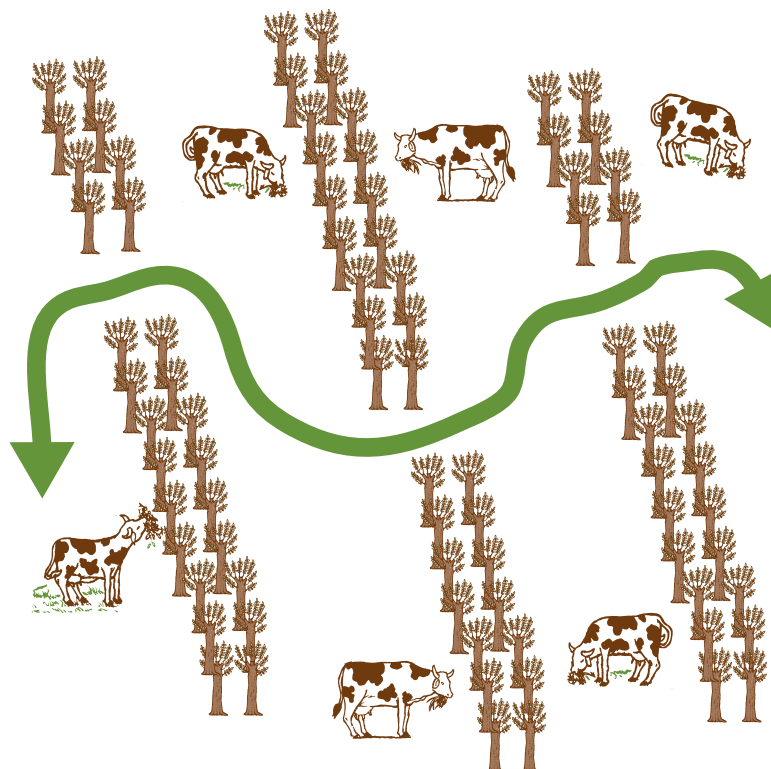
¿Cómo deben ser los bancos forrajeros?

Se puede utilizar las leñosas perennes en callejones con forrajeras herbáceas intercaladas. Estas hileras pueden ser forrajeras o barreras vivas para control de erosión, cuyas hojas se cortan y acarrean como suplemento alimenticio del ganado estabulado. La distancia de plantación depende del método de utilización y de las especies. Bajo sistemas de corta y acarreo se puede plantar hasta densidades de 20,000 a 25,000 plantas/ha (p. ej., *Leucaena leucocephala* y *Gliricidia sepium* a 1 x 0.5 m o 1 x 0.4 m), e incluso a densidades aún más altas (hasta 50,000 plantas/ha para especies como *Morus alba*, *Malvaviscus arboreus* y *Trichantera gigantea*). Bajo pastoreo, los árboles se establecen en menores densidades (p. ej., 10,000 a 12,500 plantas/ha [2 x 0.5 a 2 x 0.4 m]) para permitir el acceso de los animales a ramonear el forraje; densidades más altas limitan la selección y uso del banco forrajero por el ani-

mal. En sistemas bajo pastoreo, sin embargo, una solución para aumentar la densidad y por tanto la producción de forraje, a la vez que reduciendo el daño a los árboles causado por el pastoreo y el pisoteo, es la plantación de árboles y arbustos en doble hilera cada 2.25 metros (1 m entre los árboles de las dos hileras). Esto produce espaciamientos de 1.625 x 0.5 m a 1.625 x 0.4 m, con densidades de hasta 12307 ó 15384 árboles por ha (ver Figura a la derecha).

En sistemas de pastoreo no se recomiendan las hileras continuas, ya que los animales se mueven en forma repetida a lo largo de una sola hilera, aumentando la compactación del suelo. Se recomienda dejar espacios ocasionales dentro de cada hilera (1.75 m) para permitir que los animales se movilicen en el potrero con mucha facilidad (ver Figura a la derecha). Esto también permite a los animales seleccionar forraje de alta calidad.





En los bancos forrajeros se puede plantar:



Solo pastos...



arbustos o árboles...



o una mezcla de ambos

¿Cómo manejar los bancos forrajeros en sistemas de corta y acarreo?

En sistemas de corta y acarreo se cosecha el follaje por encima de la altura de corte (hojas y tallos). El inicio, la frecuencia y altura de corta son factores de manejo que determinan los rendimientos de biomasa comestible del banco forrajero en estos sistemas y tienen que ser adaptados a las condiciones de cada sitio.

Establecimiento. En general, los árboles y arbustos son más lentos de establecer que los pastos. Sin embargo, bajo un buen manejo, los árboles y arbustos forrajeros generalmente mantienen un largo ciclo de vida (>10 años) excepto para unas pocas especies de rápido crecimiento, como *Sesbania sesban* y *Cajanus cajan* que tienen un corto periodo de vida (2-5 años). El establecimiento de *Leucaena leucocephala* y *Guazuma ulmifolia* por plantación directa es mucho más rápido que el de *Brosimum alicastrum*, que toma de 2 a 3 años. Sin embargo, el crecimiento de *Brosimum alicastrum* depende de la procedencia de la semilla y por tanto, la fuente semillera es muy importante (ver Capítulo 8). Bajo condiciones de sequía, las plántulas desarrolladas a partir de semillas grandes tienen mayores posibilidades de supervivencia debido a que desarrollan un sistema radical más profundo que aquellas que se desarrollan de semillas pequeñas. Algunos árbo-

les y arbustos forrajeros como *Gliricidia sepium* y *Erythrina berteroana*, pueden ser establecidos más rápido con estacas, comparado con la plantación directa (ver Caja 10). Otras especies forrajeras establecidas fácilmente por estacas son *Trichantera gigantea*, *Morus alba* y *Malvaviscus arboreus*. Los árboles establecidos por estacas generalmente tienen un sistema radical menos profundo y tienen menor resistencia a la sequía que los establecidos por plantación directa. Los árboles forrajeros deben cubrir bien el suelo para controlar la erosión y competir con malezas agresivas, en particular gramíneas que tienen muchas raíces en la capa del suelo entre los 0-30 cm. *Leucaena leucocephala* es por ejemplo muy susceptible a la competencia con malezas, lo que causa crecimiento raquítrico y alta mortalidad de plántulas en el establecimiento.

Inicio de las cortas. La primera cosecha debe ser retardada para permitir a las plantas desarrollar un buen sistema de raíces y un buen grosor en los tallos. Las especies de crecimiento rápido (*Gliricidia sepium*, *Erythrina berteroana*, *Leucaena leucocephala*, *Calliandra calothyrsus*) pueden cortarse a los 6-8 meses de su establecimiento cuando ya tengan de 1 a 2 m de altura. Las especies de crecimiento más lento, como *Brosimum alicastrum*, no deben ser cosechadas antes de los 12-15 meses de ser establecidas.



Cuando el banco se utiliza bajo pastoreo o ramoneo, éste se ubica en áreas dentro del potrero

Frecuencia de corta. La producción de biomasa comestible aumenta con el intervalo entre cortes, aunque si estos se alargan demasiado también puede disminuir debido a una proporción mayor de tallos leñosos no apetitosos. Los bancos forrajeros son generalmente cosechados cuando la biomasa comestible representa un 50 a 60% de la producción total de biomasa nueva (follaje; esto no incluye el tronco que queda). La frecuencia ideal de corta varía entre especies, densidad de plantación y condiciones estacionales. En condiciones húmedas, los bancos forrajeros pueden ser cosechados cada 3 a 4 meses. *Leucaena leucocephala* es conocida por su tolerancia a cosechas cada 2 a 3 meses. En plantaciones con altas densidades, la cosecha debe hacerse con mayor frecuencia, ya que la

competencia por luz alarga los rebrotes y se secan las hojas del estrato más bajo. Cuanto más tallos y hojas secas, el forraje es peor.

En zonas estacionalmente secas, los árboles y arbustos forrajeros (p. ej., *Gliricidia sepium*, *Leucaena leucocephala* y *Guazuma ulmifolia* en bancos forrajeros de alta densidad) pueden producir de 8 a 12 t/ha/año de materia seca comestible, de las cuales 35 a 40% es producida durante la época seca. Estas especies pueden podarse estratégicamente de 2 a 3 meses antes de la época seca, para que no echen flor, aumente el rebrote y por tanto, aumente la cantidad de forraje comestible durante la época seca. Por ejemplo, donde hay una estación seca mayor de 4 meses (como en el caso de enero a mayo para el Pacífico de América Central) se recomienda hacer tres co-



sechas en la época lluviosa (última poda en diciembre) y una vez en la época seca para especies de crecimiento rápido, como *Leucaena leucocephala*. Las especies de crecimiento lento, como *Brosimum alicastrum*, deben ser cosechadas cada seis meses.

Altura de corte. La altura de corte determina la productividad de los bancos forrajeros y depende de la especie y frecuencia de corta. Entre más alto el corte, mayor número de rebrotes hay por planta y mayor es la producción. En general, los árboles y arbustos forrajeros son cortados a una altura de 65 a 90 cm desde el suelo para permitir el rebrote. El corte bajo (<60 cm desde el suelo) debe evitarse ya que reduce las reservas de alimento del árbol. Sin embargo, los árboles pueden ser cortados más bajos si se cortan a largos intervalos (> 90 días).

Los bancos forrajeros son generalmente cosechados cuando la biomasa comestible representa un 50 a 60% de la producción total de biomasa nueva (follaje; esto no incluye el tronco que queda).



Árboles dispersos en campos agrícolas

Los potreros y campos agrícolas en América Central normalmente contienen árboles dispersos. Los agricultores mantienen estos árboles por sus productos y servicios (ver Caja 12) y porque su manejo es barato y fácil. Sin embargo, algunas especies se pueden convertir en invasoras y causar severos daños económicos a la producción, como ha sucedido con el marabú (*Dichrostachys cinerea*) en Cuba. A veces estos árboles son remanentes del bosque original y han sido conservados para dar, por ejemplo, sombra en el potrero o porque se piensa aprovechar la madera en el futuro. En ocasiones estos árboles son verdaderos fósiles vivos incapaces de reproducirse en las actuales condiciones del campo de cultivo y por lo tanto es necesario convencer a los agricultores de plantar árboles que poco a poco reemplacen estas reliquias. En otros casos los agricultores plantan los árboles; p. ej. muchas especies frutales y el aliso o jaúl (*Alnus acuminata*) en los potreros en las montañas de Costa Rica y Guatemala. También hay muchas especies nativas e introducidas que se regeneran naturalmente y mantienen poblaciones importantes en los campos agrícolas y potreros. Algunos nacen de semillas traídas por el viento, pájaros, ganado y otros herbívoros; otros rebrotan de tocones. Los productores deben ralea y manejar estas poblaciones en forma compatible con los cultivos y pastos que se producen en la finca.

¿Qué especies usar?

Los ejemplos de especies que encontramos como árboles dispersos son abundantes: el laurel (*Cordia alliodora*), el madreño (*Gliricidia sepium*) y la sipia (*Leucaena salvadorensis*) en las milpas de la zona seca del sur de Honduras; el laurel en las áreas de producción itinerante de hortalizas en la región de Turrialba, Costa Rica; el cedro amargo (*Cedrela odorata*) y pochote (*Bombacopsis quinata*) en las plataneras de la Isla de Ometepe, en el Lago de Nicaragua; el cedro dulce (*Cedrela tonduzii*) en las parcelas de papa y otras hortalizas en Pacayas, Costa

Rica; el carbón negro (*Acacia pennatula*) en los potreros de zonas secas y frías de Estelí, Nicaragua; y en toda la región el guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*) y genízaro (*Samanea saman*) en potreros en áreas secas en la vertiente del Pacífico.

Al momento de limpiar una milpa, los agricultores suelen dejar las plantas o tocones de aquellas especies que tengan valor para la producción de madera (*Cordia alliodora*, *Swietenia* spp.), postes (*Gliricidia sepium* y quebrachos-*Lysiloma* spp.) u otros productos. Por otro lado, *Gliricidia sepium* puede ser causante de amarillamiento del maíz que crece debajo, posiblemente debido a un efecto alelopático. El chaparro (*Curatella americana*) tiene hojas particularmente grandes y gruesas que cuando caen aplastan los cultivos tiernos que se establecen debajo.

Los ganaderos suelen dejar en medio de los potreros el genízaro (*Samanea saman*) y el guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), ambas especies de copas amplias, que proporcionan frutos (en la época seca cuando no hay pasto) y buena sombra para los animales. En algunas ocasiones, los pobladores protegen los árboles de aceituno (*Simarouba glauca*) en medio de sus milpas, debido a la utilidad de sus frutos para la producción casera de jabón. A veces se encuentran árboles como el nance (*Byrsonima crassifolia*) y el mango en medio de las milpas y potreros, productos de la dispersión aleatoria de las semillas por humanos y animales, o porque constituyen remanentes de huertos caseros de hogares ya desaparecidos. En campos dedicados a la producción de maíz, arroz, hortalizas y otros cultivos que requieren plena exposición al sol, los agricultores prefieren árboles con copas pequeñas, abiertas y altas que permitan la entrada de luz lateral. Maderables con estas características incluyen a *Cordia alliodora*, *Cedrela odorata*, *Colubrina* spp., *Gliricidia sepium*, huasicucho (*Centrolobium ochroxylum*) y motacú (*Scheelea princeps*).

¿Cuándo se usan?: ventajas y desventajas

Los agricultores permiten la presencia de árboles en estas áreas por varias razones, las cuales pueden ser agrupadas en dos principales:

- a) para conseguir productos de utilidad o valor (p. ej., postes, madera, leña, forraje o frutas);
- b) para dar algún beneficio (servicio) para la producción agrícola o ganadera (p. ej., sombra para los animales o conservación de la humedad del suelo).

A veces los árboles no dan beneficios, o más bien estorban, pero el agricultor no tiene mano de obra o tiempo suficiente para eliminarlos, o no estorban lo suficiente para que valga la pena eliminarlos. El balance entre las ventajas y desventajas que los productores perciben de los árboles y por tanto, su disposición para mantenerlos y protegerlos, depende tanto de las condiciones naturales como de la situación de los agricultores.

La cercanía de mercados para madera y leña motiva a los productores a proteger los árboles dispersos en su finca. En zonas muy deforestadas, la escasez de leña, postes y otros productos maderables y no maderables del bosque, conduce a los agricultores a mantener más árboles dispersos en los campos agrícolas.



La conservación de la humedad del suelo es un aspecto clave del sistema *Quezungual* practicado en el occidente de Honduras (ver Capítulo 2), en el cual los árboles se mochan y el follaje cortado se usa para cubrir el suelo, pero sólo es de importancia en áreas con significativas deficiencias estacionales de humedad.

Ventajas

✓ Productos de utilidad o valor (sea para la subsistencia o para la venta), p. ej.:

- a) madera rolliza o para aserrar;
- b) postes para cercar;
- c) horcones, vigas u otros materiales para la construcción rural;
- d) leña;
- e) forraje u otros tipos de alimento para animales;
- f) abono verde o mulch;
- g) frutas u otros alimentos para consumo humano
- h) productos forestales no maderables (condimentos, medicinales, etc.).

✓ Provisión de servicios, p. ej.:

- a) sombra y protección para animales;
- b) conservación de humedad (para cultivos y pastos);
- c) enriquecimiento del suelo;
- d) rompevientos;
- e) estética;
- f) protección de fuentes de agua.

Desventajas

- ✗ producción de sombra que atrasa o impide el desarrollo de los cultivos o pastos;
- ✗ concentración del agua de la lluvia en gotas o chorros en las hojas, que dañan los cultivos tiernos debajo de ellos;
- ✗ daños a los cultivos tiernos por hojas gruesas que se les caen encima;
- ✗ atracción de rayos;
- ✗ las genéricas para mezcla de árboles con cultivos mostradas en la Caja 6.



Manejo de árboles dispersos en campos agrícolas

El manejo tiene los siguientes objetivos: i) asegurar el número de árboles necesario para obtener los productos y servicios deseados sin afectar negativamente la producción de los cultivos vecinos; y ii) obtener más y mejores productos y servicios arbóreos. Las principales actividades de manejo son:

- ⇒ la protección selectiva de especies con las características buscadas, al momento de la conversión de una área de guamil (barbecho) a la producción agrícola;
- ⇒ la restricción de actividades agrícolas que puedan dañar los árboles (p. ej., uso del fuego);
- ⇒ el raleo progresivo de los árboles dejados, para lograr la densidad y ubicación ideal, y seleccionar los mejores individuos;
- ⇒ la poda, para reducir la sombra sobre los cultivos y mejorar la calidad de la madera; y
- ⇒ la mocha, para estimular el rebrote de productos deseados (forraje, enramadas, mulch, postes, leña).

A continuación presentamos una breve descripción y algunos ejemplos de estas prácticas de manejo utilizadas a menudo con árboles dispersos.

Establecimiento. El sistema de árboles dispersos no se presta bien a la regeneración mediante plantación. Estas representan una inversión significativa de tiempo y recursos, y al estar ubicadas al azar en medio de las áreas de cultivo y potreros, las plántulas son vulnerables a daños por animales y actividades agrícolas (especialmente el deshierbe) y por tanto hay un alto riesgo de perder la inversión. Algunos agricultores plantan árboles (p. ej., con semilla de *Gliricidia sepium* y *Cordia alliodora*) "al voleo". Este sistema es barato pero requiere mucha semilla disponible y trabaja mejor con especies de semillas grandes, con buena germinación y rápido crecimiento inicial. Muchos productores manejan los rebrotes de tocones (p. ej., *Cordia alliodora* y *Eucalyptus* spp.), pero en este caso el uso de fuego para preparar áreas agrícolas o rejuvenecer pastos puede ser un problema. Normalmente salen varios rebrotes de un solo tocón y al inicio es preferible dejarlos todos, para ver cuál crece con más fuerza. Sin embargo, una vez que sea evidente cuál será el dominante, el más recto, más firmemente apegado al tocón y más cerca del suelo, hay que cortar los demás para que toda la fuerza del tocón se concentre en él.

Muchos agricultores evitan el uso de la quema o de herbicidas, para no dañar la regeneración natural de árboles que les puedan ser útiles. Otros queman, pero lo hacen amontonando los residuos vegetales (broza) al quemar o dejando rondas sin quemar alrededor de los árboles que desean proteger. Hasta qué punto los agricultores modifican sus prácticas agrícolas para favorecer los árboles depende de, por ejemplo, si el agricultor tiene suficiente mano de obra disponible para limpiar manualmente o si los beneficios a obtener de los árboles son económicamente importantes. Si se habían dejado árboles dispersos durante el ciclo anterior de cultivo, la población de árboles que resulte puede ser diversa con una mezcla de árboles grandes y pequeños.

La regeneración natural es el principal método de establecimiento de los árboles dispersos de numerosas especies en campos agrícolas. Algunas especies como el saray (*Eugenia guatemalensis*) o el muñeco (*Cordia coloccoca*) en los cafetales alrededores del lago Apanás, Jinotega, Nicaragua o la lengua de vaca (*Conostegia xalapensis*) en los pastizales de Santa Cruz, Turrialba y Monteverde, Costa Rica, son dispersadas por aves. En este caso, podría ocurrir la limitación que los árboles solamente se regeneren a la sombra de otros árboles (p. ej., dentro de los cortinas rompevientos) dado que las aves involucradas evitan las áreas abiertas por el riesgo de aves rapaces.

Otras especies, como *Cordia alliodora*, *Cedrela odorata*, el macuelizo (*Tabebuia rosea*) o *Bombacopsis quinata* se dispersan por viento. Las semillas de estas especies son pequeñas, livianas y tienen apéndices que favorecen la suspensión en el aire; son producidas en grandes cantidades que permiten explorar casi todo rincón disponible alrededor de los árboles reproductores. Estas especies se establecen adecuadamente en suelos descubiertos y por eso son comunes en zonas de producción de hortalizas y granos básicos. Muchas veces las poblaciones de estas especies se mantienen en los campos agrícolas gracias a que la época de dispersión de las semillas de los árboles coincide con la época de preparación del suelo para la siembra de anuales a suelo descubierto. Muchas plántulas germinan en los campos y los agricultores seleccionan los individuos de mejor forma, crecimiento y ubicación en el campo en las densidades adecuadas para permitir el crecimiento y producción de los cultivos. Numerosas especies utilizan el ganado vacuno como dispersor de las semillas y aprovechan las bondadosas condiciones de sustrato de las boñigas para establecerse firmemente en los campos agrícolas (p. ej. *Samanea saman* y *Enterolobium cyclocarpum*). Notorios ejemplos (incluso al grado que los árboles se convierten en malezas) incluyen el carbón negro (*Acacia pennatula*) y la guayaba (*Psidium guajava*).

Mochas. La mocha consiste en el corte de la copa del árbol, incluyendo el ápice principal, resultando en la producción de rebrotes nuevos. Esta práctica se usa para reducir la sombra (al igual que la poda) o para estimular rebrotes que sean de utilidad (p.ej., follaje comestible). La mocha de ciertas especies (p. ej., *Gliricidia sepium*) produce numerosos brotes uniformes y rectos, características especialmente buscadas para postes para cerca viva, enramadas de chayote (*Sechium edule*) y leña para consumo familiar o venta. En el sistema agroforestal tradicional "Quezungual", practicado en el occidente de Honduras (ver Capítulo 2), los productos de las mochas se utilizan como "mulch" (capa de materia vegetal), que se distribuye por encima para conservar la humedad. La altura de la mocha depende de su objetivo y el sistema dentro del cual se realice. Cuando el objetivo es únicamente la reducción de la sombra, lo importante es que los rebrotes no ocurran muy cerca del nivel de los cultivos (por lo menos a 1 m de altura), para que la luz del sol les pueda llegar lateralmente. Si se busca utilizar los rebrotes para, por ejemplo, leña, y se manejan animales dentro del área, es necesario que la mocha se realice a una altura fuera de su alcance, para evitar que los ramoneen. Si, al contrario, se busca que los animales aprovechen los rebrotes directamente como forraje de verano, hay que asegurar que estén a su alcance.



Árboles de sombra en plantaciones de cultivos perennes

Los cultivos perennes más comunes de América Central, café y cacao, están cultivados bajo sombra, con la excepción de algunas plantaciones de café manejados en sitios óptimos y/o con manejo intensivo con altas aplicaciones de agroquímicos. El potencial productivo del estrato de la sombra es generalmente subutilizado, razón por lo cual estas plantaciones ofrecen una excelente oportunidad de diversificación con árboles comerciales.

Manejo de árboles de sombra en plantaciones de cultivos perennes

Cada especie de sombra debe tener un manejo diferenciado del resto de las especies que se utilizan para dar sombra al cultivo, según:

- la fisiología del cultivo asociado y sus necesidades microclimáticas;
- la fenología de la especie de sombra;
- el clima y suelo local;
- las características de crecimiento del árbol de sombra y su tolerancia a podas;
- las percepciones de los agricultores sobre las diferentes especies de sombra y cultivos asociados.



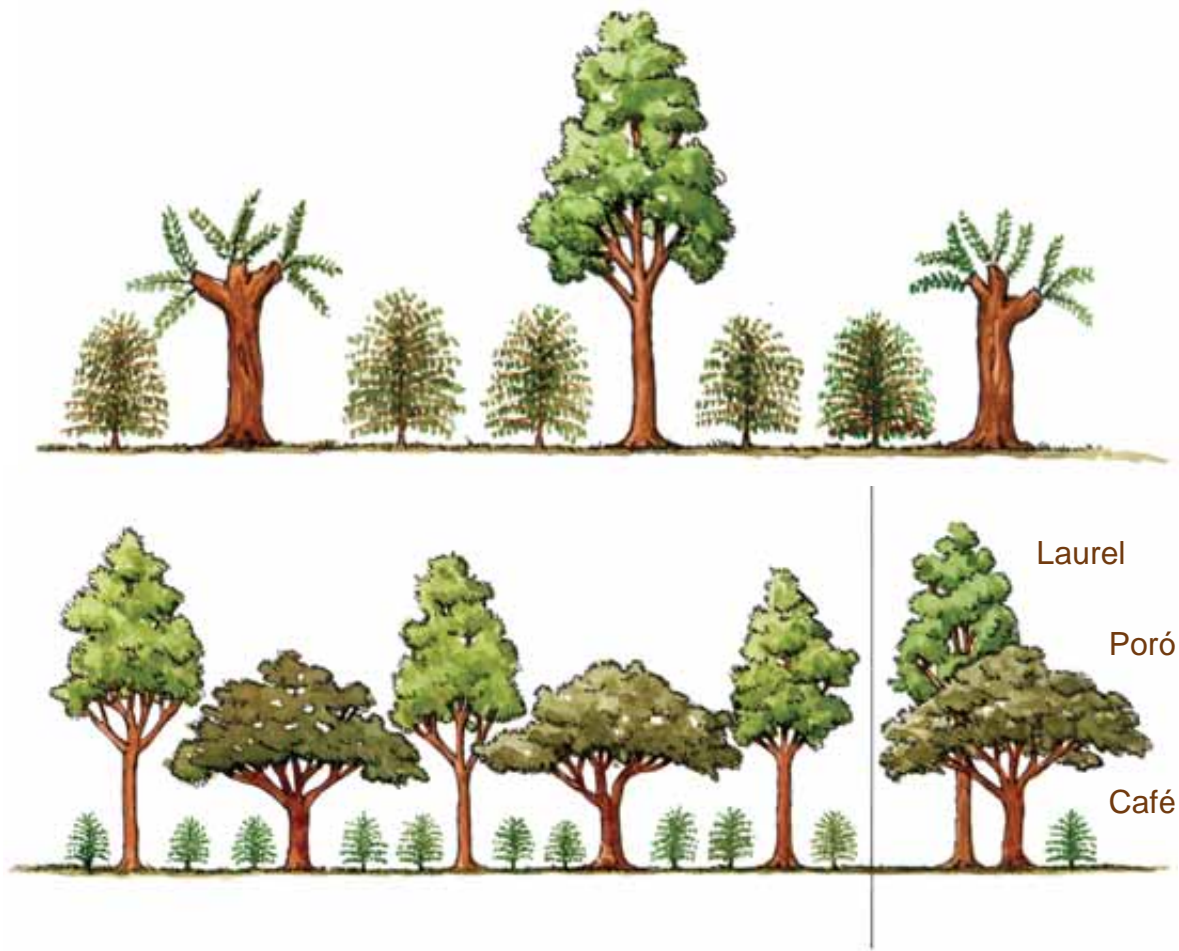
Cafetales con árboles de diferente arquitectura y fenología: a) copas angostas o abiertas; b) copas mixtas.

Por ejemplo, consideremos el caso de una plantación de cacao con 1100 plantas por ha, suelo moderadamente fértil y buen manejo agronómico, que funciona óptimamente con:

i) un nivel promedio de sombra por debajo del 50%; y

ii) con poca sombra (digamos 20%) durante la floración principal del cacao y durante los meses de elevada nubosidad y elevada humedad relativa del aire (la humedad favorece el desarrollo de las enfermedades fungosas que atacan al cacao).

Estas condiciones de sombra óptimas se pueden obtener con doseles de sombra de diferente diseño; por ejemplo, con un dosel monoespecífico de *Inga edulis* o con un dosel estratificado de *Erythrina poeppigiana* plantado y *Cordia alliodora* de regeneración natural. Si el diseño del dosel es diferente, el manejo de las especies debe serlo también para obtener el patrón de sombra deseado. Así, podemos podar *Erythrina poeppigiana* 2-3 veces e *Inga edulis* solo una vez por año. De esta forma manipularemos las densidades y patrones de plantación de cada especie, seleccionaremos especies maderables que pierden el follaje en los meses en que el cacao necesita mucha luz, etc. Por el contrario, debemos evitar imponer un mismo ritmo de podas pues favorecerá a unas especies y afectará desfavorablemente a otras. En maderables, la selección de la especie (forma de su copa, densidad del follaje, fenología, etc.) y su manejo (espaciamiento inicial, arreglo de plantación, raleos), son vitales para mantener la sombra de cultivos perennes como café y cacao dentro de niveles aceptables.



Raleos

El diseño de los raleos de los árboles de sombra en plantaciones de cultivos perennes es uno de los aspectos críticos del sistema y debe considerar la mortalidad natural de las especies y responder a estas preguntas:

¿Cuántos ralear? En maderables, el número a mantener puede manipularse sólo dentro de márgenes muy estrechos, ya que la densidad inicial típica (generalmente < 300 árboles/ha) es cercana a las densidades finales recomendadas para plantaciones puras de maderables: p. ej., de 150 a 200 árboles/ha para *Cordia alliodora*; de 80 a 100 árboles/ha para *Terminalia ivorensis* y unos 100 a 150 árboles/ha para *Tabebuia rosea*. Las necesidades de luz del cultivo dependen del sitio (el clima y la fertilidad) y del manejo (la densidad e intensidad del manejo del cultivo),

pero siempre exigirán la reducción del número de árboles por debajo de esas cifras. No podemos recomendar una densidad óptima para cada especie maderable asociada con cultivos perennes, pero podemos ver ejemplos para *Cordia alliodora*, *Tabebuia rosea* y *Terminalia ivorensis*.

Un estudio de diferentes densidades de *Cordia alliodora* como sombra de café, mostró que la densidad final no debe exceder los 100 árboles/ha. También, a manera de ejemplo, sugerimos las siguientes densidades finales de maderables plantados en cacao:

- a) de 50 a 60 árboles/ha para *Terminalia ivorensis*;
- b) de 120 a 140 árboles/ha para *Cordia alliodora*;
- c) de 100 a 120 árboles/ha para *Tabebuia ro-*

sea. Al fijar estas densidades se consideran los siguientes criterios:

a) por las anchas copas de *Terminalia ivorensis*, el denso follaje de *Tabebuia rosea*, y por el hecho de que *Terminalia ivorensis* produce más sombra que *Cordia alliodora* (de copa estrecha y rala), se debe ralear *Terminalia ivorensis* y *Tabebuia rosea* con mayor intensidad;

b) los notorios problemas de mortalidad regresiva en *Terminalia ivorensis* y los virtualmente inexistentes problemas de mortalidad en *Tabebuia rosea*, aconsejan ralear en *Terminalia ivorensis* de forma más conservadora que en *Tabebuia rosea*; y

c) los cacaotales adultos requieren menos del 50% de sombra.

¿Cuándo ralear? Los agricultores temen dañar el cacao o el café durante el aprovechamiento de árboles grandes y no les gusta ralear árboles medianos que aún no son comercializables. Por ello debemos ralear temprano y llegar pronto a la densidad final del turno.

¿Cuáles árboles eliminar? En maderables, se eliminan primero los mal formados, enfermos y con pobre crecimiento (raleo selectivo). Sólo se eliminan árboles buenos por consideraciones de espaciamiento y sombreado para los cultivos. A diferencia en el caso de árboles de "servicio" (p. ej., *Erythrina poeppigiana* e *Inga* spp.) se puede utilizar raleos sistemáticos (en los que se selecciona árbol por medio o línea por medio sin importar la forma de los árboles), dado que el único objetivo es el mantenimiento de una sombra uniforme. Los raleos de árboles de servicio, se pueden hacer anillándolos y/o envenenándolos. Sin embargo, se recomienda ralear con motosierra, seguido de la eliminación continua de los rebrotes del tocón, debido a los daños al cacao por la caída de ramas muertas, riesgos personales y la toxicidad de muchos arboricidas. El raleo y especialmente el aprovechamiento de árboles maderables puede dañar los cultivos perennes asociados. Sin embargo, con buena planificación se puede evitar la mayoría de estos daños (Caja 13).

13

¿Cómo reducir daños al cultivo perenne al ralear o aprovechar árboles maderables de sombra?

a) Cortando los árboles en años de malos precios del cultivo perenne, pues las consecuencias económicas del daño son menores (¡y es cuando hay más necesidad de ingresos alternativos!).

b) Seleccionando los sitios (p. ej., linderos) donde se va a establecer los maderables, pensando en las posibilidades para luego tumbar los árboles hacia caminos o espacios no plantados (esto además reduce los costos de extracción).

c) Cortando árboles inmediatamente después de la cosecha principal del café o cacao, y antes de la poda anual del cultivo perenne para luego "reparar" con la poda del cultivo el daño causado por la tumba y extracción de los árboles.

d) Seleccionando especies maderables con copas pequeñas y de poca ramificación, ya que la mayoría del daño al cultivo lo causan las copas

de los árboles. Además, tumbando especies caducas después de la caída anual de las hojas (cuando la copa es mas liviana).

e) Desramando los árboles con machete antes de cortarlos.

f) Para reducir el daño a los cultivos asociados durante la caída, los árboles a cortar (especialmente los maderables) se deben amarrar de sus vecinos inmediatos.

g) En terrenos inclinados (común en cafetales) tumbando hacia arriba para que caiga con menos fuerza sobre el cultivo.

h) Plantando o dejando árboles de regeneración natural en las calles y no en las hileras del cultivo, lo que permite dirigir la caída del tronco a lo largo de la calle. Aunque el tronco no daña muchas plantas, provoca daños severos que obligan a replantar.

Se recomienda consultar

A continuación presentamos un listado de lecturas que recomendamos consultar, a la medida de lo posible para profundizar más en los temas que hemos mencionado.

También queremos mencionar en las fuentes usadas el trabajo de otros autores de quienes hemos tomado algunas de las ideas expuestas aquí.

Recomendamos

- ☞ Kapp, G. B., Kremkau, K. & Dixon, E 1991 Manejo sostenido de bosquetes en fincas privadas de los tropicos húmedos El Chasqui 26:5-25
- ☞ Beer, JW. 1987. Advantages, disadvantages and desirable characteristics of shade trees for coffee, cocoa and tea. Agroforestry systems 5: 3-13.
- ☞ Budowski, G. 1986. Características críticas de árboles en sistemas agroforestales. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 7 pp.
- ☞ Geilfus, F. 1994. El árbol al servicio del agricultor. Manual de agroforestería para el desarrollo rural. V 1. Principios y técnicas. ENDA CARIBE - CATIE. Turrialba, Costa Rica. 337 pp.
- ☞ Jiménez, F; Vargas, A.. 1998. Apuntes de clase del curso coto: sistemas agroforestales. Turrialba, Costa Rica. CATIE/GTZ. 360 pp. (Serie Técnica. Manual Técnico/CATIE; No. 32).
- ☞ Lok, R. 1998. Introducción a los huertos caseros tradicionales tropicales. Módulos de enseñanza agroforestal N° 3. CATIE/GTZ. Turrialba, Costa Rica. 157 pp.
- ☞ Méndez, E; Beer, J; Faustino, J; Otárola, A. Plantación de árboles en línea. Módulos de enseñanza agroforestal N° 1. CATIE/GTZ. Turrialba, Costa Rica. 134 pp.



- ☞ Muschler, RG. 2000. Árboles en cafetales. Módulos de enseñanza agroforestal N° 5. CATIE/GTZ. Turrialba, Costa Rica. 139 pp.
- ☞ Pezo, D; Ibrahim, M. 1999. Sistemas silvopastoriles. Módulos de enseñanza agroforestal N° 2. CATIE/GTZ. Turrialba, Costa Rica. 275 pp.
- ☞ Schlönvoigt, A. 1998. Sistemas taungya. Módulos de enseñanza agroforestal N° 4. CATIE/GTZ. Turrialba, Costa Rica. 117 pp.